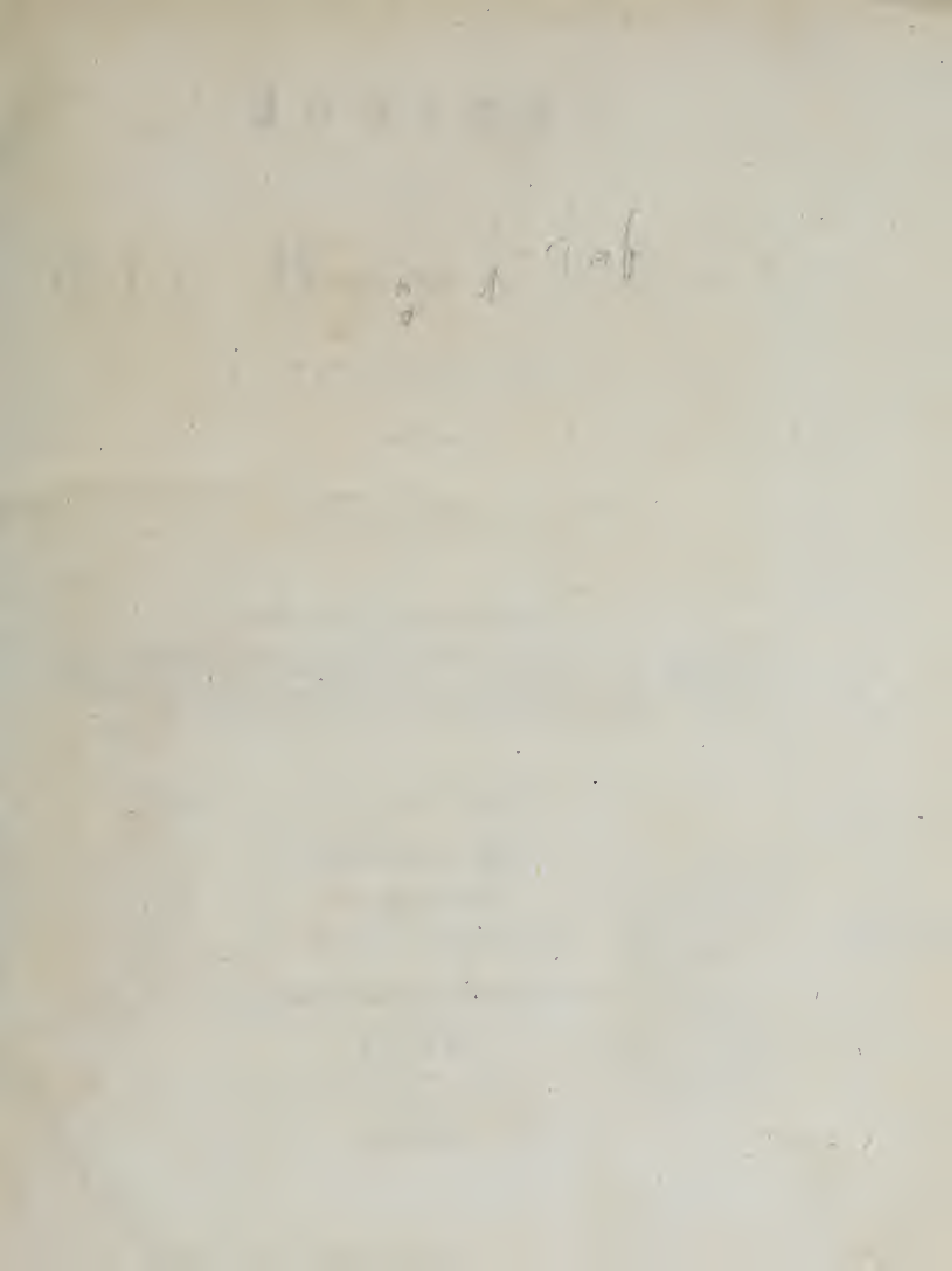
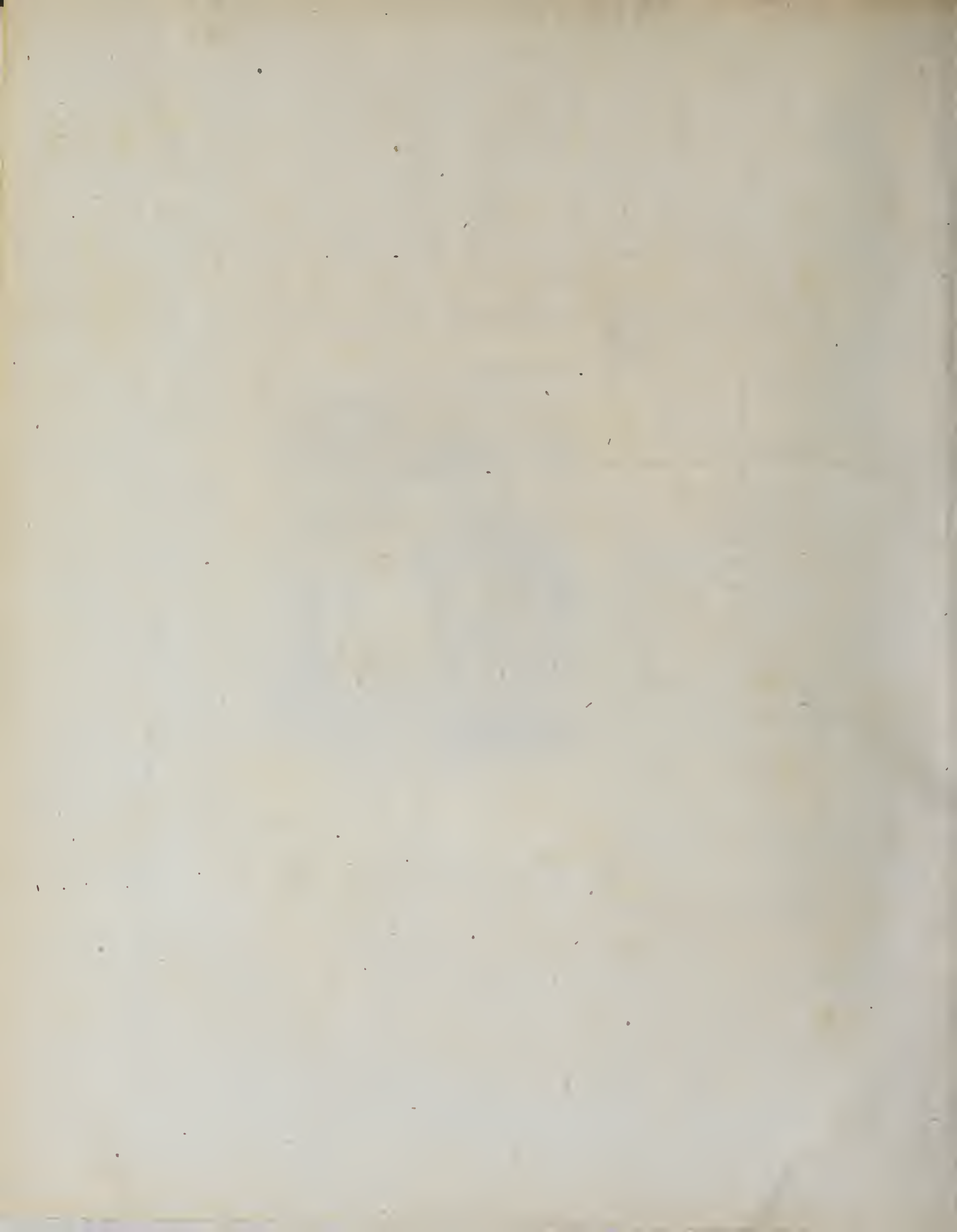






Journal
für
die Baukunst.

In zwanglosen Heften.

Herausgegeben

von

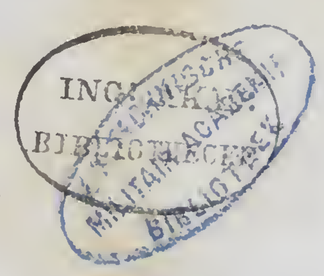
Dr. A. L. Crelle,

Königlich-Preufsischem Geheimen-Ober-Baurathe, Mitgliede der Königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Correspondenten der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg und der Königlichen Akademieen der Wissenschaften zu Neapel und Brüssel, Ehrenmitgliede der Hamburger Gesellschaft zur Verbreitung der mathematischen Wissenschaften.

Funfzehnter Band.

In vier Heften.

Mit dreizehn Figurentafeln.





Berlin.

Bei G. Reimer.

1841.



Inhalt des funfzehnten Bandes.

Erstes Heft.

Zweites Heft.

Drittes Heft.

Viertes Heft.

1.

Uebersicht der Geschichte der Baukunst, mit Rücksicht auf die allgemeine Culturgeschichte.

(Vom Herrn Bau-Inspector *C. A. Rosenthal* zu Magdeburg.)

(Fortsetzung der Abhandlung No. 2. im 1sten, No. 6. im 2ten, No. 8. im 3ten Hefte 13ten Bandes und No 1. im 1sten, No. 7. im 2ten, No. 8. im 3ten und No. 12. im 4ten Hefte 14ten Bandes.)

---

§. 59.

Die Sculpturen der Aegypter.

Die eigentlichen Statuen der Aegypter sind stets mehr oder weniger colossal; oft so übertrieben, dafs man die Formen nur in weiter Ferne erkennt. Der gröfste Colofs ist die berühmte Sphinx vor den Pyramiden von Gizeh (Dschiseh), welche blofs mit dem Obertheile aus dem Sande hervorragt. *Salt* hat diese Sphinx theilweise ausgraben lassen. Sie hat, wie gewöhnlich, eine liegende Stellung; die Höhe von der Basis bis zur Stirne mifst 65 F.; die Tatzen sind von der Brust ab 57 F. lang; die Krallen vorn haben 8 F. Höhe. Zwischen den Vordertatzen steht ein kleiner Tempel; weiter hin stehen einige Altäre, aus der späteren Zeit. Auf der Brust zeigt sich eine Granittafel mit dem Ringe Thotmosis III., dessen Zeit die Sphinx auch angehören mag; denn die Schönheit wird an ihr nicht eben gerühmt; vielmehr hat das Gesicht etwas Negerartiges. Zeigt dagegen der Colofs eben dieses Herrschers (Memnon) im Memnonium zu Medinet-Abû, wie wir bei der Beschreibung der dortigen Denkmäler anführten, im Kopfe Griechische Schönheit, so ist nicht zu übersehen, dafs der Obertheil der Statue restaurirt und aus Griechischer Zeit ist.

Jede Darstellung bedeutend über Lebensgröfse ist immer etwas unförmlich und unschön, es sei denn, dafs die Statue einen entfernten Standpunct einnimmt und doch nur etwa Lebensgröfse zu haben scheint; was aber bei den zu ebener Erde stehenden Aegyptischen Colossen nicht der Fall ist. Nur mag freilich die Riesengröfse der Gebäude selbst das Maafs der Bildsäulen scheinbar bedeutend verringern und eine Ueberschreitung der Lebensgröfse bis zu einem gewissen Grade vollkommen rechtfertigen. Allein die Aegyptischen Colosse gehen auch noch über die-

ses Maafs weit hinaus, so dafs sie oft über den Tempelmauern (Seitenmauern des Hofes) hervorragen. Noch abenteuerlicher ist das so ungemein verschiedene Maafs der Bildsäulen an einem und demselben Gebäude. Wären nur die Bilder der Götter und allenfalls der Herrscher durch übernatürliche Gröfse ausgezeichnet, so hätte diese Vergröfserung wenigstens einen Sinn; aber auch diese unter sich sind von sehr verschiedener Gröfse. Wenn man sieht, wie die sitzenden Colosse auf den Tempelhöfen, vielleicht nicht einmal Götterbilder, so bedeutend höher sind, als die stehenden Osirisbilder an den Pfeilern, und wenn gar zu beiden Seiten eines und desselben Eingangs, wie es zu Theben vorkommt, ein sehr grofser und ein weit kleinerer Colofs aufgestellt war, so würde man eine solche Verirrung der Phantasie, die freilich schon bei den Indern und den übrigen ältesten Völkern, nur in einem geringeren Grade vorkommt, fast belächeln müssen, wenn anders der schauerlich-ernste Ausdruck es gestattete. Gewifs würde der Ernst der Aegypter sie vor der Nachahmung und noch mehr vor der Uebertreibung solcher Uebelstände bewahrt haben, wenn sie richtigeres Schönheitsgefühl gehabt hätten und wenn die schrankenlose Anwendung der Bildwerke nicht in ihrem mysteriösen Religionsdienst eine Basis gefunden hätte. Auch bei den Griechen treffen wir Colossalstatuen an, aber nur auf erhöheten Standpuncten, oder isolirt, namentlich als Bildsäulen des Tempelgottes, und da, wo es zu rechtfertigen ist.

Sämmtliche Statuen haben den Ausdruck und mehr noch die Stellung einer vollkommenen Ruhe, die in Steifheit ausartet. Die Pfeiler-Colosse stehen stets mit geschlossenen Beinen und über die Brust gekreuzten Armen; die sitzenden haben eine ganz gerade Haltung, die Beine ebenfalls geschlossen, die Arme an den Leib und den Schenkeln anliegend: die Gesichter sehr gerade vor sich hin. Nur unter den Ruinen zu Theben finden sich östlich das Fragment eines fortschreitenden Colosses; sodann je drei Götterbilder, die an Pfeiler-Fragmente sich anlehnen und, die Hände sich reichend, in lebhafter Bewegung und sehr graziöser Stellung sind. Wenn nun jener Colofs auch an die ältern Colosse am Felsentempel zu Ipsambul in Nubien erinnert, so können doch solche einzelne Beispiele, von denen uns die Zeit der Bearbeitung unbekannt ist, nichts entscheiden.

Wir wenden uns zu dem bei weitem zahlreicheren und interressanteren Theil der Aegyptischen Bildhauerwerke: zu den Reliefs. Wie in Allem, so zeigen sich auch hierin die Aegypter höchst eigenthümlich.

Kein Volk, die Inder nicht ausgenommen, ist damit so verschwenderisch gewesen. Alle Mauern, Pfeiler, Säulen, Gebälke, innen und aufsen, sind damit übersäet und die es nicht sind, sollten es aller Wahrscheinlichkeit nach werden, und sind nur unvollendet geblieben. Dabei zeigt sich oft keine Ordnung. An den Säulen zwar sind gleich grofse Figuren, abwechselnd mit blofsen Linien oder andern Verzierungen horizontal herumlaufend, angebracht; auch auf den innern Mauern sind öfter Felder durch Striche abgetheilt; häufig aber sind, namentlich aufsen auf den Pylonen, die einzelnen Figuren, kleine und grofse, neben, über und unter einander, kaum einmal auf derselben Grundlinie, und oft ohne diese anzudeuten, und die Hieroglyphen sind dazwischen angebracht. Dieselbe Darstellung am Ende der Mauer ist abgebrochen und in einer zweiten Reihe darunter fortgeführt, wobei die durch mehr als doppelte Höhe ausgezeichnete Gestalt des Heros in die obere Reihe eingreift u. s. w. Erst bei den spätern Bauwerken findet sich eine Abtheilung in Felder, und überhaupt mehr durchgreifende Ordnung.

Wenn demungeachtet die Architektur nicht von den Sculpturen erdrückt wird, vielmehr diese so recht eigentlich dazu gehören und eine glatte Wand sich Dem, der in den Geist der Aegyptischen Kunst weiter eindrang, sogleich als unvollendet zeigt, so liegt dies einestheils wohl in der Einfachheit der architektonischen Form, anderntheils in der Flachheit des Reliefs, welches oft nur einen halben Zoll vor- oder zurücktritt; und endlich in der eigenthümlichen Art der Arbeit. Die Aegypter haben nämlich dreierlei Arten von Reliefs: erhabene, vertiefte, und versenkte. Vertieft sind meistentheils nur die Hieroglyphen und Linienverzierungen; versenkt sind die mehrsten Reliefs und auch viele Hieroglyphen. Nemlich ein gewöhnliches, erhaben gearbeitetes Relief ist so in die Wand hineingedrückt, dafs seine hervorstehendsten Theile mit der Mauerfläche gleich liegen, und diese rings um die Contur der einzelnen Figuren einen, nicht vor der Mauer, wohl aber vor den tiefern Theilen der Figur vorstehenden Rand bildet, welcher auf die Figur einen scharfen Schlagschatten wirft, da wo sonst gerade helles Licht sein würde. Wie diese sonderbare Art der Bearbeitung entstanden sein könne, ist leicht erklärlich. Die ungeheuern Bauwerke mit allen ihren Reliefs in kurzer Zeit hintereinander zu vollenden war nicht möglich: man errichtete also und vollendete, wie es die vielen halb fertigen Ruinen beweisen und es auch sonst bekannt ist,

zunächst das Gebäude selbst, mit glatten Wänden, Säulen u. s. w. und überliefs es der Zukunft und oft wohl nachfolgenden Geschlechtern, die Sculpturen einzuhauen. Dabei würde aber das erhobene Relief, besonders da die Arbeit nach und nach geschah, mithin immer ein neuer Grund gebildet werden mufste, viele Schwierigkeiten gemacht haben, während eine versenkte Figur zu jeder Zeit, auch zwischen andere, eingehauen werden konnte. Ist diese Annahme richtig, so wäre wohl das flache Relief Folge dieser Verfahrungsweise gewesen; denn eine sehr tiefe Versenkung müfste einen sehr unangenehmen Anblick gewähren. Es wäre aber auch möglich, dafs umgekehrt die Versenkung Folge des schwachen Reliefs gewesen wäre, insofern die Contur nicht deutlich genug war und deshalb nachgehauen wurde, bis man dann, den obern angedeuteten Vortheil benutzend, die Conturen noch mehr als nöthig vertiefte und das ganze Relief versenkte. Ohne diese Methode wäre schwerlich je ein so übertriebener Sculpturen-Reichthum entstanden.

Wir sind früher (bei den Indern) der Meinung *Heerens*, als sei das Relief aus der Malerei entstanden, entgegengetreten; bei Betrachtung der flachen, versenkten und bemalten Aegyptischen Reliefs, welche sich gar wenig von blofs conturirten und mit Farben ausgefüllten Zeichnungen unterscheiden, dringt sich indefs die *Heeren*sche Ansicht fast von selbst auf; dennoch mufs man sie auch hier bei näherer Untersuchung von der Hand weisen. Eben weil die Reliefs von den farbigen Zeichnungen so wenig verschieden sind, müssen sie einen andern Entstehungsgrund haben. Wozu hätten sie nutzen sollen? Etwa um den Farben Schattirung zu geben? Dazu sind sie zu flach. Der Meifsel war nothwendigerweise ein älteres Werkzeug als der Pinsel; die vollrunden, roh gearbeiteten Statuen in den Höhlentempeln Nubiens sind jedenfalls älter als die Reliefs der Aegypter; diesen war die reliefartige Anordnung der Indischen Sculpturen bekannt, wie es die einzelnen Beispiele der auf Bänken sitzenden Figuren in den Sanctuarien der Nubischen Tempel und sogar in einer Grabesgrotte zu Eilethyia beweisen; und so kam es nur darauf an, das Relief zu verflachen. Ob dies auf dem obengedachten Wege mehr zufällig entstanden, oder ob die Aegypter fühlten, dafs weit hervorstehende Sculpturen die Architektur beeinträchtigen würden, oder, mit andern Worten, ob das flache Relief aus demselben Gefühl hervorgegangen sei, zufolge dessen die Aegypter ihren Bauwerken einen architektonischen Character gaben, mag dahin gestellt bleiben.

Es wäre sonach nicht zu bezweifeln, dafs das erhobene Relief das ursprüngliche war, und dafs es in den älteren Zeiten stärker hervortrat. Nach *Prokesch**) sind alle Reliefs aus der besten Zeit versenkt, (gehoben auf vertieftem Grunde); indefs kommen doch nach der *Descr. de l'Egpt.* ziemlich an allen Gebäuden neben den versenkten auch erhobene Reliefs vor und es scheint, dafs diese Sitte sich bis in die jüngste Zeit erhalten habe. Dabei findet man nicht etwa eine bestimmte Unterscheidung, sondern es sind bald die äufseren, bald die inneren Reliefs erhoben gearbeitet. Es scheint dies gleichzeitige Vorkommen beider Arten von Reliefs nicht anders genügend zu erklären zu sein, als dafs man diejenigen Reliefs, welche gleich in der Absicht des Erbauers lagen und gleich mit vollendet wurden, erhoben gearbeitet hat, während man den Nachkommen die übrigen Flächen zu versenkten Reliefs glatt bearbeitet hinterliefs. Ein einziges Gebäude aus der guten Zeit, der Pavillon zu Medinet-Abû, mit seinen Flügeln, zeigt ausschliefslich nur die eine Art erhobener und zwar *ausnahmsweise stark* erhobener Reliefs; dabei aber sind hier die Reliefs weit sparsamer als sonst und in einer gewissen symmetrischen Ordnung angebracht. Scheint dies Bauwerk nicht die obigen Ansichten zu bestätigen? Es ist nur klein, konnte also auch leicht von dem ersten Erbauer vollendet werden (zumal bei der geringern Zahl der Sculpturen); es zeigt neben den eigentlichen Reliefs kragsteinartig vortretende Obertheile von Figuren (gewissermaafsen als Vorbilder der Reliefs); es ist ferner, den Ringen zufolge, von Thotmoses III., (während Remeses VII., als Erbauer des Tempels daneben, vielleicht auch als Wiederhersteller einiger beschädigten Theile, seinen Namen neben den des Erbauers setzte), also eines der ältesten auf uns gekommenen Monumente. Es zeigt sich auch in mancher andern Hinsicht (z. B. der mangelnden Verzierung der Mauern an dem eigentlichen Gebäude, der fehlenden Hohlkehle im Gesimse u. s. w.) abweichend vom gewöhnlichen Brauch, und wenn der freundlichere Character des Ganzen dem hohen Alter zu widersprechen scheint, so darf man nicht vergessen, dafs wir es hier mit einem Wohngebäude zu thun haben, bei welchem ein freundlicherer Ausdruck ganz natürlich ist.

Sicher liefsen sich aus solchen Merkmalen, wie das mehr oder weniger überwiegende Vorkommen einer oder der andern Art der Reliefs,

---

*) Erinnerungen, Bd. 1. S. 377.

das geringere oder stärkere Hervortreten derselben im Vergleich mit der mehr oder weniger zarten oder kräftigen Ausführung u. s. w. das geringere oder höhere Alter mit mehr Sicherheit als bisher bestimmen; die Beurtheilung kann aber nur zur Stelle Statt finden; denn leider konnten die Zeichner nur immer einzelne Proben jener überzahlreichen Darstellungen liefern.

Ueber den hohen Werth der Aegyptischen Sculpturen sprechen sich sämmtliche Augenzeugen übereinstimmend mit ungemessenem Lobe aus: mit einem Lobe, wie es kaum den Griechen zukommt; man wagt kaum dagegen einen Zweifel zu äufsern, den jedoch die Critik und die Betrachtung der Aegyptischen Kunst überhaupt erregt. Man darf nicht vergessen, dafs grade der Augenzeuge, selbst der Kunstkenner, unter dem überwältigenden Eindrucke des Ganzen am wenigsten im Stande war, ein unbefangenes Urtheil über die Einzelheiten zu fällen. So möchte sich denn wohl das Lob darauf beschränken müssen, dafs die Aegyptische Plastik, in Uebereinstimmung mit den Bauwerken selbst, den Stempel des Aegyptischen Geistes trage: ein Lob, dem man mit Ueberzeugung beitreten kann und welches im Grunde auch das Aeufserste anerkennt, was zu erreichen ist, was aber Uebertreibungen zurückweiset.

Die Zeichnungen in der *Descript. de l'Egypte* geben bei den ältern Gebäuden (obwohl nicht überall) eine ungemein zarte Behandlung, edle Gesichtsformen und oft einen überraschend erhabenen, selbst idealen Ausdruck derselben zu erkennen. Den Franzosen ist hier schon oft der Vorwurf der Untreue gemacht worden. Graf *Minutoli* sagt: „Man kann „ihnen Unrichtigkeiten und Auslassungen vorwerfen: mit Unrecht aber hält „man ihre Abbildungen für verschönert. Vielmehr ist die Anmuth der „Umrisse, die Eleganz der Verzierungen, die Friedlichkeit und Milde des „Ausdrucks der Gesichtszüge und die stille Erhabenheit aller Theile, in „welchem der Aegyptische Kunststyl mit dem Griechischen zu wetteifern „scheint, unerreichbar." *) — Es ist zwar schwer zu begreifen, wie die sanfteren Abstufungen und Erhöhungen der Muskeln, die dünnen Gewänder, welche die Glieder anmuthig durchschimmern lassen, bei dem so überaus flachen Relief ohne unnatürliches Einschneiden der Conturen auszudrücken möglich waren und wie sie unter den grellen Farben entdeckt werden konn-

*) *v. Minutoli*, Reise zu dem Tempel des Jupiter Ammon. S. 247.

ten. Die weiche Punctirmanier verschönert die Bildwerke unwillkürlich, und das Relief erscheint erhabener, als es ist. Ueberhaupt ist es um dergleichen Abbildungen eine mifsliche Sache. Kann sich der Zeichner und nachher der Kupferstecher in den fremdartigen Geist nicht völlig hineinversetzen (und dazu gehört ein längeres Studium), so geht der Ausdruck ungeachtet aller Treue der Copie dennoch verloren. Auch hatte *Minutoli* den Tempel zu Denderah (Tentyris) vor Augen, und dieser rührt von Griechischen Künstlern her, aus der Ptolemäerzeit. Wohl sind auch in den Zeichnungen die Bildwerke jenes Tempels schöner als die von Theben; allein sie unterscheiden sich, wie es scheint, nicht genug davon. Mögen wir aber auch den Zeichnungen vollen Glauben schenken, so dürfen doch neben der edeln Einfachheit, der zarten Ausführung, der erhabenen Ruhe und selbst dem Idealen im Ausdruck, die Fehler nicht übersehen werden. Ohne des Mangels an Perspective zu gedenken, welche bei den Reliefs auch wenig anwendbar gewesen wäre, fällt bei den ältern Werken die Unrichtigkeit der Zeichnung, die Dünngliedrigkeit, die steife Haltung und Profilstellung, die Verdrehung der Glieder, da, wo eine Figur in rascher Bewegung vorgestellt wird, der Mangel an Ausdruck der Leidenschaft (selbst die von Pfeilen durchbohrten Feinde zeigen ein ganz gleichgültiges Gesicht), die Einförmigkeit und dennoch mangelnde Einheit in den einzelnen Darstellungen, jedem Unbefangenen sogleich auf. Um das wahre Verdienst der Aegypter richtig zu würdigen, reicht die Bemerkung hin, dafs ihre Bildwerke sich dem übermäfsigen Reichthum der Architektur entschieden unterordnen und dafs die Aegypter, zuerst unter den ältesten Völkern, ihren Sculpturen einen plastischen, wie ihren Gebäuden einen architektonischen Character gaben; beides jedoch lange nicht in der Vollendung, wie die Griechen. Wie in der Baukunst das statische Gleichgewicht, so ist Ruhe (geistiges Gleichgewicht) der Grundcharacter der Plastik; beide arten jedoch bei den Aegyptern, dem düstern Character des Landes und Volkes angemessen, in niederdrückende Schwere und in todesähnliche Starrheit aus.

Es versteht sich, dafs hier nur von den ältern Bildwerken die Rede ist. Die Griechen unter den Ptolemäern, obgleich auch sie an die alten Gewohnheiten und Formen gebunden waren, veredelten doch die Plastik, so wie die Details der Baukunst, ungemein. Auch wollen wir noch die nicht unwichtige Bemerkung hinzufügen, dafs die Reliefs auf den Tempeln

jenen eigenthümlichen Character weit stärker tragen, als die Bildwerke auf den Mauern der Palläste, oder richtiger (da wir nicht mit Bestimmtheit wissen, welche Ruinen Tempel und welche Palläste waren), dafs die profanen Darstellungen von Schlachten und Siegen sich weniger steif zu erkennen geben, als die religiösen. Einestheils liegt dies wohl in den Gegenständen; denn dort war es unvermeidlich nothwendig, eine lebhaftere Bewegung abzubilden: anderntheils aber ist es auch natürlich, dafs sich der finstere Aegyptische Geist, welcher hauptsächlich aus der Religion kam, auch in deren Dienst am deutlichsten aussprach. Ueberhaupt haben die dem Gottesdienste gewidmeten Gebäude und die den Verstorbenen geweiheten Denkmäler von jeher der Baukunst ihren erhabensten Stoff geliefert, haben ihre ersten Keime hervorgerufen und dieselben nach und nach zu den herrlichsten Blüthen entfaltet. Nicht blofs dem Bestreben, die Gebäude, an denen sich die heiligsten Interessen knüpften, würdig zu gestalten und zu schmücken, sondern noch weit mehr dem günstigen Umstande, dafs diese Gebäude nicht, wie z. B. die Wohnhäuser, dem gemeinen Bedürfnisse dienten, mithin der Kunst gestatteten, ihre Schwingen freier zu regen, haben wir es zu verdanken, dafs die Heiligthümer aller Völker, welche auf Geltung in der Kunstgeschichte Anspruch machen, nicht blofs Gröfse und Pracht aufweisen, sondern dafs sie auch neben der Art und Weise des Gottesdienstes die ganze Nationalität des Volkes deutlicher als andere Bauwerke zu erkennen geben. So ist es denn auch nicht allein gestattet, sondern es ist nothwendig, in einer Geschichte der Baukunst die Tempel vorzugsweise zu berücksichtigen.

Es verlangt schliefslich noch der bunte Anstrich der Reliefs, der Säulen, Gebälke u. s. w. einer Erwähnung. *Prokesch* (Erinnerungen, Bd. 2. S. 13.) behauptet, kein einziges Aegyptisches Gebäude gesehen zu haben, das nicht bemalt gewesen wäre. Die Französischen Gelehrten sagen bei der Beschreibung des Tempels der Isis bei Medinet-Abû, wo sich die Farben in ihrem vollen Glanze erhalten haben: „Wir konnten uns „hier überzeugen, dafs diese Verbindung der Sculptur und der Malerei, „die vielleicht bizar scheinen könnte, auf den ersten Blick nichts Zurück- „stofsendes hat. Das Auge gefällt sich vielmehr in den Wirkungen, die „sie hervorbringt, und verlangt danach." Dasselbe bestätigen andere Reisende. Ohne diesem Urtheil im Allgemeinen beizutreten, könnte es doch wohl sein, dafs den Aegyptischen Gebäuden das bunte Kleid gut

stehe; was sich indessen nur in Mitten der eigenthümlichen Umgebung an Ort und Stelle beurtheilen läfst. Freilich mufs es uns auffallen, dafs nicht grade der finstre Ernst der Aegyptischen Bauwerke vorzugsweise durch die belebende Wirkung der Farben beeinträchtigt werden sollte; allein, sei es nun, dafs der Ernst der architektonischen Formen vorwaltet und die Lebhaftigkeit der Farben nur grade hinreicht, um den Anblick des Ganzen für das europäische Auge geniefsbar zu machen; oder sei es, dafs dieser Anstrich, wenn er auf der einen Seite den Ernst, die Schwere und die Monotonie der Formen mildert, auf der andern Seite die übrigen Eigenschaften des Baustyls, das Abentheuerliche, Geheimnifsvolle und Groteske verstärkt; oder endlich, dafs die flachen Reliefs ohne die Farben zu wenig bemerkbar sein würden: genug, die Thatsache, den bunten Anstrich betreffend, ist nicht zu leugnen, und es fragt sich nur, ob die Monumente ohne diesen Anstrich den Aegyptischen Geist mehr oder weniger scharf aussprechen würden und, wenn das letztere der Fall sein sollte, wie die Aegypter dazu kamen? Die letzte Frage bedarf kaum der Beantwortung. Der bunte Anstrich war (wie schon früher bemerkt) allgemeine Sitte des Alterthums, eine Sitte, von der sich nicht einmal die Griechen (bei diesen mag der tiefere Grund dieser Erscheinung erklärt werden) losmachen konnten; er hatte für jene Völker nichts Auffallendes; sie waren des Anblicks gewohnt und so wurden für sie die Formen durch ihn nicht so verschleiert, als für uns. Dazu kam, dafs die Aegypter nur sechs Farben kannten, die sie nicht zu vermischen verstanden, Schwarz, Weifs, Gelb, Roth, Blau und Grün, und dafs diese Farben ziemlich dunkel (das Roth ist eigentlich rothbraun) und häufig in grofsen Flächen aufgetragen sind. Dadurch wurde die Lebhaftigkeit beschränkt, die Einförmigkeit in der Architektur wurde nicht durch zu grofse Vieltönigkeit der Farben aufgehoben, und dem Abentheuerlichen und Grotesken wurden Elemente zugesellt, welche dem Aegyptischen Geiste ganz wohl entsprachen. Der wichtigste Umstand, der aus der Allgemeinheit jener Sitte folgt, ist der, dafs sie nicht aus dem Aegyptischen Character hervorgegangen zu sein braucht und daher, rücksichtlich ihrer etwaigen widersprechenden Einwirkung auf den Character der Architektur, nur in so weit nicht gleichgültig ist, als man verlangen könnte, dafs die Aegypter, wenn die Lebendigkeit der Farben, ihrer Baukunst und dem Geiste, aus welchem sie hervorgegangen, nicht entsprach, von dem allgemeinen Gebrauche hätten abweichen sollen; das aber

liefs sich von ihnen nicht erwarten, selbst wenn die nachtheilige Wirkung noch gröfser gewesen wäre.

§. 60.

Der Tempelbau der Aegypter.

Aus den, wiewohl etwas undeutlichen Nachrichten der Alten, namentlich *Strabo's*, und den vorhandenen Ruinen, können wir uns ein ziemlich vollständiges Bild eines Aegyptischen Tempels vor Augen stellen.

Das ganze Bauwerk bildete im Grundplan ein sehr langgezogenes Rechteck, häufig mit kleinen Absätzen, so dafs die einzelnen Abtheilungen nach hinten zu schmaler wurden. Den Eingang von vorn, an der einen schmalen Seite, bildete ein Pylon, gemeiniglich zu beiden Seiten noch etwas vorstehend; dann folgte der Vorhof, mit Säulen- oder Pfeilergallerieen umgeben; dann der bedeckte Säulensaal, als Porticus (der vielsäulige Raum *Strabo's*); hinter demselben das eigentliche Tempelhaus, gewöhnlich etwas schmaler und niedriger als der Porticus. Häufig kommen indefs bei gröfsern Tempeln mehrere Vorhöfe mit Pylonen dazwischen vor. Der Porticus war nach dem Vorhofe zu offen und nur mit einer Brüstungswand zwischen den Säulen verschlossen; mit unter scheint aber auch hier, wie im sogenannten Pallaste zu Karnack, der auch vielleicht ein Tempel war, ein Pylon gestanden zu haben. Vor den Pylonen und auf den Vorhöfen waren Obelisken und Colosse aufgestellt. Das eigentliche Tempelhaus war im Innern in eine Menge Säle, Zellen, Gänge u. s. w. getheilt; in der Mitte stand das Heiligthum, mit einem Umgange; vorn, zwischen demselben und dem Porticus, waren ein oder mehrere Säle, mit wenigen, weitstehenden Säulen; rechts und links dieser Säulen und des Heiligthums und hinter dem letztern waren die kleinern Zellen und Gänge. Die Decke des Porticus und des Tempelhauses ging nicht wagerecht durch, sondern der Porticus war gewöhnlich höher und hatte in der Mitte, von vorn nach hinten laufend, häufig den früher beschriebenen Aufsatz auf der je zweiten Säulenreihe rechts und links der Axe, mit kleinen Lichtöffnungen. Eben so war die Decke über dem Heiligthume und dessen Umgange und über den vorliegenden Sälen höher (und oft bedeutend höher) als die der umliegenden kleinern Räume und hatte gewöhnlich auch Oeffnungen im obern vorragenden Theile der Mauern. Aufsen war solches indefs nicht bemerklich, indem die äufserste Umfassungsmauer über jene niedrigeren

Decken brüstungsartig emporragte und in gleicher Höhe mit den Seitenmauern der Vorhöfe (wenn auch öfters etwas niedriger als die Mauern des Porticus) um das Ganze herumlief. Trotz der niedrigern Decke der Nebenräume (Abseiten) waren diese doch häufig in zwei Stockwerke getheilt; auch waren wohl, wie zu Tentyris, oben auf der Decke, doch nicht über die Umfassungsmauer fortragend, noch einzelne Gemächer angebracht. Die labyrinthischen Gänge und Kammern des Tempelhauses waren stets ganz dunkel; auch das Heiligthum hatte früher keine Lichtöffnungen. Nur der Umgang und die vorliegenden Säulen hatten ganz kleine (blofs zu Karnack gröfsere) Lichtöffnungen dicht unter der Decke. Unter den Ptolemäern brachte man auch wohl Oeffnungen in der Decke an; jedoch auch nur spärlich. Die äufsere Umfangsmauer war verjüngt. Dafs Alles mit Hieroglyphen und Sculpturen bedeckt und bemalt war, ist schon früher öfter erwähnt.

In weiter Entfernung umschlofs eine sehr starke Mauer von Backsteinen den heiligen Bezirk, innerhalb dessen, der Beschreibung der Alten zufolge, noch verschiedene Nebengebäude, die Priesterwohnungen, die weitläufigen und kostbaren Gehege für die heiligen Thiere, Wasser-Bassins u. s. w. sich befanden. Gewöhnlich zeigen die Ruinen in einer und derselben Umwallung mehrere Tempel, namentlich die sogenannten Typhonien, welche (wohl nicht ohne Bedeutung) rechtwinklig auf die Axe des grofsen Tempels gestellt sind, wie zu Edfû und Denderah. Einige dieser kleinen Ruinen zeigen sich bestimmt als Tempel; doch fragt sich, ob es in mehreren andern nicht die Reste von jenen Nebengebäuden sind. Besonders merkwürdig sind die Typhonien durch ihre Form, welche von der des Uebrigen ganz abweicht. Es sind allemal einfache Säle, von einem Säulengange rings umgeben und blofs an den Ecken durch Mauerwerk verschlossen, ganz wie förmliche Peripteros. Es ist im hohen Grade auffallend, dafs man grade dem Tempel Typhons (des bösen Gottes) eine so ausgezeichnet freundliche Form gab. Freilich sind diese Tempel alle aus der Römerzeit; aber dennoch ist die so bedeutende Abweichung von der ältern Grundform, die sonst nicht vorkommt, seltsam. Es stellen sich diese Gebäude weit mehr als Versammlungssäle der Priester dar, denn als Tempel; und wenn nicht an den hohen Würfeln über den Säulencapitälen die verzerrte dämonische Gestalt des Typhon an jeder Seite in vollrunder Arbeit, also auch noch auf ausgezeichnete Weise, vorkäme, (Andere wollen indefs

darin Karaiben erkennen), so würde man diese Gebäude gar nicht für Tempel halten. Indessen bleibt es allerdings noch zweifelhaft, ob jene Darstellungen, die auch an einem Priestersaale nicht befremdend wären, nothwendig auf den Tempelgott gedeutet werden müssen. Auch auf Elephantine und zu Eilethyia haben wir ähnliche, noch mehr abweichende Gebäude kennen gelernt, welche nicht die Typhonsgestalten zeigen und die auch ihrer Lage nach nicht wohl Typhonien gewesen sein können. Doch mag die Frage auf sich beruhen. Sind jene Tempel Typhonien, so beweisen sie nur, wie weit die Römer von den frühern Formen abzugehen sich erlaubten.

Zur Vervollständigung der Tempelbauwerke gehören noch die Sphinxen-Alleen, welche oft aus weiter Ferne auf den heiligen Bezirk und, hinter der in der Umwallung angebrachten Pforte, weiter auf den Pylon des Tempels zuführten. Oft scheinen, wie zu Karnack, mehrere solcher Alleen von verschiedenen Seiten her auf den Tempel geführt und namentlich mehrere Tempelbezirke, oder auch Tempel und Palläste mit einander verbunden zu haben. Bei dem Haupttempel zu Memphis werden von *Herodot* noch vier in den Umwallungen angebrachte ausgedehnte Propyläen erwähnt, abweichend von den mitunter (vielleicht aber nur jetzt in den Ruinen) einzeln stehenden Pforten. Von der Einrichtung solcher Propyläen erfahren wir aber nichts Näheres, wenn wir nicht etwa die auf den Pallast zu Karnack seitwärts zuführenden Vorhöfe mit ihren vier Pylonen dafür ansehen wollen; was aber nicht zuläſslich scheint.

Bei weitem die meisten noch vorhandenen Ruinen zeigen jene vollständige Einrichtung nicht. Will man daraus schlieſsen, daſs es auch kleinere, einfachere Tempel gab, so ist es nicht unwahrscheinlich, daſs nur die Haupttempel so ausgedehnt waren; einige Bemerkungen dagegen dürfen indeſs nicht übergangen werden. Erstens nemlich sind fast alle jene Ruinen aus der Ptolemäer- und Römerzeit, wo man vielleicht schon in Nebendingen von der Regel abwich. Zweitens läſst sich nicht mehr ermitteln, ob die fehlenden Theile nicht ursprünglich vorhanden waren. Drittens haben sich zu Karnack kleinere Tempel (nemlich der mit dem Pallast verbundene, und selbst der isolirte gröſsere Tempel, der auch nur wenig bedeutend ist,) erhalten, von der beschriebenen vollständigen Einrichtung. Es ist auch in der That nicht wahrscheinlich, daſs es an einer festen Regel für Tempel-Anlagen gefehlt haben, oder daſs die Aegypter da-

von abgewichen sein sollten. Es ist ferner der Aegyptischen Architektur ganz angemessen, das Grofse auch im Kleinen nachzuahmen; wovon die Monumente unzählige Beweise liefern, wie es z. B. die ungemein verschiedenen Dimensionen von gleichen Gegenständen, die kleineren Pforten in den gröfsern, auch die Säulenwürfel in Form kleiner Tempel u. s. w. zeigen, und welche Sitte, wenn sie auf der einen Seite dem Colossalen wesentlichen Abbruch, fast bis zur Vernichtung that, auf der andern Seite doch der Einförmigkeit des Styls vollkommen entsprach. So mögen denn auch wohl für alle Aegyptischen Tempel die wesentlichen Theile, der Pylon, der Vorhof, die Säulenhalle, das Heiligthum, als unerläfslich betrachtet worden sein, wenn die Dimensionen auch noch so sehr ins Kleine gingen. Nur die kleinen Gänge und Kämmerchen im Tempelhause mochten weniger zahlreich sein; auch mochten vielleicht die Sphinxen-Alleen, Obelisken und Colosse bei den kleinen Tempeln wegbleiben. Indessen finden wir die Obelisken und Figuren vereinzelt von so unbedeutenden Dimensionen, dafs sie wohl zu sehr kleinen Tempeln gehört haben können.

§. 61.
Fortsetzung.
Der äufsere Eindruck.

Wohl mufs ein Aegyptischer Tempel, in seiner riesenhaften Ausdehnung, mit seinen colossalen Massen und seinem Sculpturen-Reichthum, einen überwältigenden Eindruck gemacht haben.

Ahnungsvoll und in feierlicher Stimmung nahen wir uns, indem wir langsam zwischen den weitgestreckten Reihen colossaler, räthselhafter Sphinxe fortschreiten, dem heiligen Bezirk; zögernd durchschreiten wir die einfach gestaltete, aber reich mit Bildwerken geschmückte Riesenpforte der Umwallung. In der Mitte des Hofes erhebt sich der Tempel; sein Aeufseres hat nur lang gedehnte und verhältnifsmäfsig niedrige, glatte Mauern, oben mit der schweren Hohlkehle bedeckt, ohne alle Oeffnungen und nach oben zu verjüngt. So sprechen sie ihre ungemeine Stärke und auf das deutlichste die Absicht aus, das Innere mit seinen heiligen Geheimnissen recht sicher zu verbergen. Aber nicht genug. Der ganze Tempel, mit seinen Mauern, verbirgt sich wieder dem Eintretenden hinter dem Pylon, der, noch bedeutend stärker und noch mehr verjüngt, höher als der Tempel, aber doppelt und dreifach so breit als hoch, als ein mächti-

ger Vorbau sich erhebt. Gegen die gewaltigen Massen der Pylonmauern, welche gleich Bollwerken dastehen, (vielleicht auch dazu wirklich dienten), scheint der in der Mitte angebrachte Haupt-Eingang bei aller seiner Gröſse nur klein zu sein. Die reichen, buntbemalten, wunderbaren Bildwerke, mit welchen der Pylon und die Tempelmauern bedeckt sind, so wie die nie allgemein verständlich gewesenen Hieroglyphen, heiſsen uns die unauflöslichen Geheimnisse ahnen, welche der Tempel in seinem Innern verbirgt. Vor dem Eingange erheben sich die hohen, fremdartig geformten Obelisken, mit ihrer heiligen Schrift; hier sitzen ungeheuere Colosse in steifer, starrer Haltung, gleichsam als die Wächter des Heiligthums; sie drohen sich zu erheben und dem Ungeweiheten den Eingang zu verwehren. Mit bangen Gefühlen betreten wir den Vorhof. Hier stehen zu beiden Seiten Gallerieen oder Hallen, mit jenen abentheuerlich gestalteten, kurzen, dicken und nahe an einander gedrängten Säulen, Alles wieder reich verziert. Gegenüber finden sich wieder Obelisken, Colosse und ein zweiter Pylon; aber Alles etwas kleiner als vorn. Nun kommt ein zweiter Vorhof; vielleicht mit Pfeilern, statt der Säulen. Vor demselben stehen Priester- oder Osiris-Colosse in steifer Haltung, alle nach demselben Modelle gearbeitet und schweigengebietend aufgerichtet. Tiefe Dämmerung herrscht in dem gegenüberliegenden, durch Brüstungsmauern halb geschlossenen engen Säulenwald, der uns jetzt empfängt und dessen noch reicher als die vorigen geschmückten Wände sich hinter den nähern Säulen verbergen und im heiligen, immer tiefern Schatten ins Unendliche sich auszudehnen scheinen; wir wagen es kaum, aus dem breitern und etwas hellern Mittelgange, der zum Tempelhause selbst führt, seitwärts hinauszutreten. Noch mehrere kleinere und doch wegen der weiter auseinander stehenden Säulen geräumigere Säle haben wir zu durchschreiten: immer dunkler, aber immer reicher werden die auf einander folgenden Räume; bis wir endlich im Mittelpuncte das isolirt errichtete, verhältniſsmäſsig kleine, ganz finstere, doch überreich mit Sculpturen und Färbung gezierte Heiligthum erreichen. Wir stehen hier auf geweihetem Boden. Wir ahnen die Nähe der Gottheit; aber noch sind uns die Geheimnisse nicht erschlossen. Rings umgiebt uns, in tiefe Nacht gehüllt und nur den Priestern bekannt, ein Labyrinth von geheimen Gängen und Kammern, aus welchem wir uns ohne Führer nicht wieder hinausfinden würden. Hier erst erwartete den Jünger nach langen und marternden Prüfungen die höhere Weihe.

Warlich, nur unter solchen Umgebungen konnten die Mysterien von den Priestern für immer bewahrt, konnten Symbole fortwährend göttlich verehrt werden, deren tiefere Bedeutung der Masse des Volkes verborgen war! unter solchen Umgebungen mufsten bei der zunehmenden Verderbnifs die Symbole zuletzt für die Gottheit selbst angesehen werden!

§. 62.
Die profanen Gebäude der Aegypter.

Dafs das Grab des Osymandias, dessen Ruinen mit der Beschreibung *Diodors* (abgerechnet den zu seiner Zeit nur aus der Sage noch bekannten goldnen Ring von 365 Ellen Umfang und einer Elle Dicke, der gelegentlich wieder eine Warnung giebt, den Beschreibungen der Alten nicht unbedingt zu trauen) genau genug übereinstimmen, so wie, dafs die nur aus der Erwähnung der Alten bekannten Grabdenkmäler zu Saïs und die Memnonien, welche eben solche Denkmäler gewesen zu sein scheinen, ähnliche Einrichtungen und Formen wie die Tempel zu erkennen geben, ist natürlich; denn auch sie waren Heiligthümer. Befremdend ist es nur, besonders was die frühern Herrscher betrifft, dafs sie sich der allgemeinen Sitte entzogen und nicht die seit grauer Vorzeit geheiligten Todesstätten in den Katakomben der Libyschen Felswand (die wir später beschreiben werden) wählten, wo die meisten Könige ihre Ruhestätte haben und deren Pracht zum Theil die jener stolzen Denkmäler über der Erde noch weit übertreffen soll. Waren aber jene Gebäude nicht etwa blofse Denkmäler, für welche ebenfalls die Tempelform natürlich sein würde? und ist nicht etwa die Nachricht, dafs die Leichen darin beigesetzt seien, unrichtig? Gesehen haben die Berichterstatter die Grabesstätte selbst nicht. *Heeren* *) hält den Osymandyas für den Sesostris oder Rèmeses den Grofsen, dessen Name auch nach *Prokesch* **) auf allen Theilen des Baues, selbst auf den Armen des Colossen, diese Meinung bestätigend, vorkommt. Nun aber hat *Prokesch* ***) unter den in Felsen gehauenen Königsgräbern bei Bab-el-Melek auch das Grab des grofsen Rèmeses gefunden. Auch die Felsengräber der Saïtischen Dynastie, der Psammetiche, fand *Prokesch* im Thale Assasiff,

---

*) Ideeen, Th. II. Abth. 2. S. 242.

**) Erinnerungen, Bd. I. S. 349. (*Prokesch* benennt das Osymandeum mit dem ältern Namen des Memnoniums.)

***) Ebend. S. 393.

(wenigstens die Ringe Psammetichs II. und III.), und in einem andern Felsengrabe, in der Nähe von Qournû, fand er den Ring der Gemalin von Amenopt III. (Memnon) *). So scheint es, als ob wirklich die eigentlichen Gräber in jenen Denkmälern nicht gesucht werden dürfen und dafs dieselben vielleicht nur die symbolischen Grabmäler waren; was indessen hier dahin gestellt bleiben mufs.

Aber auch die Ruinen der sogenannten Palläste zu Karnack und Medinet-Abû haben grofse Aehnlichkeit mit den Tempeln; nur dafs die Bildwerke abweichenden Inhalts sind. Blofs die Ruinen zu Qournû, und mehr noch der Pavillon zu Medinet-Abû sind abweichend gebaut, indem der erstere einen in der Front liegenden Säulengang und zwischen den Säulen keine Brüstungswände hat, der Pavillon aber eine ganz verschiedene Grundanlage, grofse Fenster in den Umfassungsmauern, lothrechte Mauern, (doch blofs bei dem thurmartigen kleinen Hauptgebäude, denn die vorliegenden Hofmauern und der Pylôn sind verjüngt), einen offenen Pylôn ohne Pforte, statt des Hohlkehlengesimses eine Platte mit Zinnen und überhaupt einen etwas leichtern Character, auch stark vortretende, wirkliche Reliefs, wahrscheinlich mit einer hölzernen Zwischendecke, besonders aber im Verhältnifs zur Grundfläche eine bedeutende Höhe, in mehrere Stockwerke getheilt. Dürften wir, wie es schon an einer früheren Stelle, besonders wegen des Mangels an Fenstern wahrscheinlich war, annehmen, dafs jene sogenannten Palläste dennoch Tempel, oder mindestens keine Wohnungen, sondern vielleicht eben solche Denkmäler wie die Memnonien und das Osymandeum waren, so könnte die Ruine zu Qournû und mehr noch der Pavillon beweisen, dafs die Aegypter ihre Wohngebäude in einem zwar nur wenig, aber doch etwas verschiedenen Character von dem der Heiligthümer erbauten. Nach *Diodor* hatten (freilich die spätern) Aegypter vier bis fünf Stock hohe Wohnhäuser, welches ebenfalls auf eine abweichende, und zwar auf eine freiere, mehr emporstrebende Bauart hindeutet. Merkwürdig wäre es, wenn die Aegypter das ältere Prinzip des emporstrebenden Baues auch nur entfernt bei den profanen Bauwerken festgehalten und, grade umgekehrt wie im frühesten Alterthum, den Tempeln eine niedergedrückte Form gegeben hätten.

---

*) A. a. O. Bd. II. S. 90 u. 91.

Das berühmte Labyrinth, aus der Zeit der Dodekarchie, darf in einer Geschichte der Baukunst nicht unerwähnt bleiben. Da es ebenfalls kein Tempel war, so mag die Beschreibung *Herodot's* *), als des glaubwürdigsten Berichterstatters, hier eine passende Stelle finden:

„So beschlossen sie denn auch (die zwölf Könige) miteinander, ein „gemeinsames Denkmal zu hinterlassen, und errichteten ein Labyrinth, ein „wenig hinter dem Mörissee, ziemlich nahe bei der sogenannten Kroko„dilenstadt (Arsinoe). Dies habe ich schon selbst gesehen und fand es „alle Beschreibung übertreffend. Denn nähme Einer alle die Bauten der „Hellenen und die von ihnen aufgeführten Werke, so würde, bei ihnen „zusammengerechnet, Arbeit und Aufwand sich doch unter diesem Laby„rinthe zeigen; so sehr auch der Tempel in Ephesus und der in Samos „gewifs der Rede werth ist. Zwar schon die Pyramiden übertreffen alle „Beschreibung, und jede für sich ist viele der Hellenischen Werke werth; „allein das Labyrinth übertrifft noch die Pyramiden. Es hat nämlich zwölf „Höfe mit Bedachung, deren Thore einander gegenüberstehen, sechs gegen „den Nord und sechs gegen den Süd gelegen, in einer Reihe; und aufsen „herum schliefst sie eine Mauerwand ein. Und innen sind zweierlei Ge„mächer, die einen unterirdisch, die andern im obern Raum über diesen, „3000 an der Zahl, jeder besonders 1500. Von den Gemächern des obern „Raumes nun spreche ich nach eigener Anschauung, wie ich sie mit eige„nen Augen durchging; aber von den unterirdischen habe ich mir nur „erzählen lassen. Denn die Aegyptischen Aufseher wollten sie durchaus „nicht zeigen, weil nämlich daselbst die Grüfte der Könige, der Erbauer „dieses Labyrinths, und der heiligen Krokodile sich befänden. Also spreche „ich von den untern Gemächern nach dem Hörensagen; die obern aber, „fast übermenschliche Werke, habe ich selbst geschauet. Hat man doch „an den Ausgängen, die durch die Zimmer, und an den Schlangengängen, „die durch die Höfe sich so ganz mannigfach ziehen, sein gröfstes Wunder, „wenn man aus einem Hof hineingeht in die Gemächer, und aus den Ge„mächern in Vorhallen, und wieder in andere Zimmer aus den Vorhallen, „und in andere Höfe aus den Gemächern, an welchen allein die Decke, „so wie die Mauerwand von Stein und die Wand überall voll von ein„gehauenen Bildern ist. Auch ist jeder Hof aufsen mit Säulen umgeben

*) Uebersetzung von *Schöll,* Abth. 1. S. 286.

„und von weiſsem, genau gefügten Stein. An der Ecke aber, wo das „Labyrinth ausgeht, stöſst eine Pyramide von 40 Klaftern daran, worauf „groſse Thiergebilde eingehauen sind, und zu welcher hin ein Weg unter „der Erde gemacht ist." Ich konnte mir nicht versagen, die ganze Stelle abzuschreiben, weil der altväterlich treuherzige Styl das beste Zeugniſs der Glaubwürdigkeit giebt.

Wir sehen also hier einen gewöhnlichen, nur mehr ausgedehnten Aegyptischen Bau, der jedoch von seiner fabelhaften Gröſse viel verliert, wenn wir uns erinnern, wie klein und enge die labyrinthischen Gänge und Kammern im Pallast zu Karnack und in allen Tempelruinen sind und wie so häufig die Dimensionen in's Kleinliche gehen; es ist leicht möglich, daſs das Labyrinth kaum ein so groſses Areal eingenommen habe, wie der Pallast zu Karnack. Nur die unterirdischen Gemächer, die *Herodot* übrigens nicht selbst gesehen hatte und deren *Diodor* und *Strabo* nicht erwähnen, sind befremdend. Waren sie wirklich vorhanden, und waren sie die Grabstätten der zwölf Könige, so wäre dieser erst ganz zu Ende der Alt-Aegyptischen Zeit (mit Psammetich beginnt der Einfluſs der Griechen) entstandene Bau vielleicht das erste Beispiel von der Bestattung der Könige auſserhalb der Felsengräber, in eigentlichen Gebäuden. Durch das unterirdische Geschoſs wurde die alte Sitte beibehalten und es war ein Uebergang zu den spätern Saïtischen Grabmälern über der Erde. Ohne uns übrigens in eine Restauration dieses Wunderbaues und in eine Ausgleichung der Widersprüche der alten Schriftsteller einzulassen, (Man sehe darüber *Hirt* Geschichte der Baukunst B. I. S. 71, wo aber die Ausdehnung viel zu groſs angenommen wird, desgleichen *Letronne* in den Annalen von *Malte-Brun*), was zudem bei einem so späten Bauwerke kaum der Mühe werth sein möchte, wollen wir nur bemerken, daſs *Bertre* und *Jomard* die unkenntlichen Ruinen des Labyrinthes aufgefunden zu haben glauben. Die Fläche, welche die Trümmerhaufen einnehmen, von etwa 940 F. lang und 470 F. breit, scheint die angemessene Gröſse zu haben und beweiset, (was die späte Zeit der Erbauung ohnehin wahrscheinlich macht), daſs das der Zahl der Abtheilungen nach unermeſsliche Gebäude nur sehr kleine Dimensionen hatte.

Auch der ausgedehnten Wasserbauwerke der Aegypter, obgleich dieselben die Kunstgeschichte wenig interessiren, muſs im Vorbeigehen gedacht werden, um die Kenntnisse und die Thätigkeit dieses Volkes auch in diesem Theile des Bauwesens zu sehen. Ihr Wohl und Wehe hing

natürlich von der Bewältigung und Benutzung des Nilwassers ab, dessen Austritt allein den Boden befruchtet. Zahllose Canäle, Teiche, Schleusen, Dämme waren nöthig, um das Hochwasser auf die bedürftigen Felder zu vertheilen und nachher wieder abzuleiten und die Städte und Wohnungen gegen den Andrang der Fluthen zu schützen. Unter den ältern Werken gedenken wir besonders des Mörissees, der nach *Herodot* 3600 Stadien (90 Meilen) im Umfange und 300 F. Tiefe gehabt haben und von Menschenhänden gegraben worden sein soll, wahrscheinlich aber nur erweitert und regulirt sein mag; was schon ein ungeheures Unternehmen gewesen wäre. Denn, würde ein solcher See bei uns jetzt gegraben, so würde er wegen des weiten Transports der Erde nahe an eine Billion Thaler kosten. Interessant sind auch die Nilmesser: förmliche mit Treppen versehene Gebäude. Sie beweisen, daſs man auch bei den einfachsten Bedürfnissen kostspielige Bauten nicht scheute; wie dies im Alterthum gewöhnlich war und zum Beweise dienen mag, daſs wir nicht nöthig haben, von mehreren unerklärlichen Bauwerken einen bestimmten, seiner Gröſse und Wichtigkeit entsprechenden, practischen Zweck auſser dem bloſs ästhetischen aufzusuchen.

§. 63.
Die Grabhöhlen Aegyptens.

Erst das künftige Leben war den Aegyptern das wahre. Hienieden glaubten sie sich nur auf der Wallfahrt, und je länger die Leiche vor der Verwesung geschützt werden konnte, um desto mehr wurde die Prüfungszeit nach dem Tode verkürzt; denn die Priester lehrten *), so lange der mumisirte Körper dauere, lebe der Mensch im Amenthes, dem Reiche der Isis und des Osiris; nach der Auflösung des Körpers verlasse ihn die Seele und müsse in einen Thierleib wandern, und so durch alle Thiere hindurch, bis sie nach 3000 Jahren, vom ersten Todestage an, wieder in einen Menschenkörper fahre, dann in Dämonen übergehe und zuletzt in den Chor der Götter aufgenommen werde; durch die möglichst lange Erhaltung der Leiche werde nun der Seele die Wandrung durch Thierleiber verkürzt; im Amenthes aber lebe sie im Körper fort und habe

---

*) *Creuzer,* Symbolik Th. 1. S. 420.

hier ein ruhiges, sorgenloses und anschauliches Dasein; nur dem milden Scepter Osiris unterworfen u. s. w.

Darum wendeten die Aegypter eine so grofse Sorgfalt auf das Einbalsamiren der Leichen und schmückten mit frommer Pietät die Wohnungen der Todten, während sie die der Lebenden, besonders in früheren Zeiten, vernachlässigten. Unzählbar sind die Felsengrotten in ganz Aegypten. Sie sind je nach dem Stande der Verstorbenen kleiner oder gröfser, ärmer oder reicher geschmückt. Könige, auch wohl die Grofsen des Reiches, hatten ihre eigenen, weit ausgedehnten Familiengräber; die mehrsten Mumien aber wurden in gröfsern, gemeinschaftlichen Katakomben, deren jeder Ort und jede Caste haben mochten, beigesetzt.

Diese Grüfte sind in unzähligen labyrinthischen Gängen, Kammern und Sälen, neben und mehrere Stockwerke über einander, tief in den Felsen gehauen; unten sind die Gräber der Reichen, oben die der Armen. Die Eingänge sind gewöhnlich ganz schmucklos und selten architektonisch verziert; die Gänge sind bald horizontal, bald führen sie sanft abwärts (mit Stufen), bald gerade, bald in Krümmungen, zu Gemächern und Sälen; sie verzweigen sich und vereinigen sich wieder. Besonders merkwürdig sind die kleinen Gemächer hinter den grofsen Sälen, mit einer Estrade, im Hintergrunde mit einer sitzenden männlichen Figur, zuweilen mit zwei weiblichen zur Seite, im Hautrelief, grade wie in den Felsentempeln Nubiens. Zu beiden Seiten der Säle u. s. w. sind 9 bis 12 F. breite, 40 bis 50 F. tiefe Schachte, in welche keine Treppen hinunterführen, eingesenkt; diese sind die sogenannten Mumienbrunnen. Doch mögen die Mumien auch wohl anderweit aufbewahrt worden sein; wie es nach den vielen Resten der jetzt leider in allen Gängen und Gemächern zerstreuten Mumien wahrscheinlich ist. Die Decken im Innern sind häufig rund ausgehöhlt; in den gröfsern Sälen stehen Pfeiler; eigentliche architektonische Formen und Zierden kommen jedoch in den Grotten nicht vor; dagegen sind die Wände der gröfsern und reichern Grotten aufserordentlich reich mit bunt angestrichenen Reliefs und Gemälden ohne Schattirung geschmückt. Die Bilder stellen in der Regel häusliche Scenen, Festmale, Gewerbe und Künste vor; in den Königsgräbern auch religiöse Opfer, sogar darunter ein Menschenopfer; ferner Jagden, Kampf-Uebungen und Schlachten. Diese Bildwerke sind auf das zierlichste ausgeführt; wiewohl nicht überall. Oefters sind die menschlichen Figuren nur zwei Zoll und die Hieroglyphen nur ein Drittheil-

Zoll hoch. An den Decken kommen keine Reliefs, sondern nur Malereien vor, die gewöhnlich nicht wirkliche Dinge, sondern Phantasiegebilde vorstellen. Aufser den obengedachten Mumienbrunnen finden sich noch andere Brunnen; oft mitten in den Gängen, welche nach *Belzoni* und *Minutoli* zur Ableitung der Feuchtigkeiten dienten.

Ausgezeichnet sind die Gräber bei Medinet-Abû und Qournû; die sogenannten Königsgräber im Thale Bab-el-Malek; die Gräber bei Beni-Hassan, nahe bei Memphis, und zwei kleine Grotten bei El-Kâb (Eilethyia), welche nur 24 F. lang, 12 F. breit, aber mit den schönsten und zierlichsten Malereien bedeckt sind.

Die Felsengräber bei Beni-Hassan (mehrere dreifsig) scheinen die ältesten zu sein. Einige sind ganz einfach eingerichtet, andere enthalten Säle mit offnen Hintergemächern; die Decken bestehen zum Theil aus zwei sparrenartig zusammengestellten Flächen; auch kommen in diesen Gräbern, was sonst nicht der Fall ist, vielfach Säulen von der früher beschriebenen, aber von noch einfacherer Form vor; drei Gräber haben einen kleinen Porticus von zwei Säulen zum Eingange. In fast allen Grotten sind tiefe Schachte, in deren Seitenwänden Löcher zum Hinunterklettern eingehauen sind; zum Theil gehen unten von diesen Schachten unterirdische Gänge aus. Am bedeutendsten sind das neunzehnte, das zwanzigste und zwei und zwanzigste Grab, mit sonderbaren Bildwerken geschmückt, welche Kampfspiele, Ringe-Uebungen, Bogen- und Lanzen-Uebungen, in mehreren Reihen untereinander und verschiedene Momente derselben vorstellen; z. B. die eine Person den Bogen haltend, die Zweite sich vorbereitend, die dritte ihn spannend, die vierte abschiefsend: darunter drei Männer, welche eine ungeheure Lanze gemeinschaftlich führen. Unten folgt eine wirkliche Schlacht. Sodann Jagden auf Antilopen, Straufse, Wasservögel, Gazellen, Hasen, welche letztere beiden Thierarten auch in Netzen eingefangen werden; ferner Schiffe; auch häusliche Geschäfte. Mehreremal kommt das Bild eines Königs in Lebensgröfse vor, mit einem Hunde zur Seite; dann das Bild dreier Frauen; auch eines Gottes, mit Stab und Lotusblume. Andre Bilder stellen Tanz und Gelage dar; daneben eine Figur in einem Käfig eingesperrt; wieder andere zeigen Aussaat und Erndte. Merkwürdig ist noch eine im Rechteck ummauerte Stadt; unten in der linken Ecke ist das Thor; die Häuser stehen in zwei Reihen und haben die Form eines Bienenkorbes; in der Mitte sind nirgend Fenster; dazwischen ist ein abgesondertes Haus, vor

welchem sich viel Volk herumtreibt. Alle diese Bilder sind bloſs gemalt und sehr beschädigt; die Zeichnung ist noch weit unvollkommner als sonst. *Prokesch* fand nur einen Namen-Ring in diesen Gräbern, den vom Osortasen, und auſserdem vier Ringe mit Vornamen, welche demselben Herrscher und seinen drei nächsten Nachfolgern Amonneith I., II. und Osortasen II. zugehören. Hierdurch bekundet sich das hohe Alter dieser Gräber: Osortasen ist der älteste Pharaonen-Name, der auf den Monumenten, z. B. dem Obelisk zu Heliopolis vorkommt; er war, nach *Prokesch,* der achtzehnte Vorfahr des groſsen Rèmeses und dennoch schon der zweite Herrscher aus der siebzehnten Dynastie, nach den genealogischen Tafeln, die wohl Glauben verdienen. Bestätigt wird diese Angabe noch dadurch, daſs jene Denkmäler des Osortasen weit nördlich in Mittel-Aegypten vorkommen, welches damals also schon cultivirt war.

Von den Gräbern bei Medinet-Abû, von welchen viele wieder verschüttet sind, zeigt das eine, aus einem Saale und drei Seitengemächern bestehend und nicht mit Meiſselarbeiten aber mit zierlichen Gemälden geschmückt, die Ringe der Gemalin von Amenopht III. Weiterhin sind andre Gräber, mit breiten Hieroglyphentafeln neben den Eingängen, worauf die Ringe der sechsten bis neunten Rèmesiden eingehauen sind; *Prokesch* hält sie auch für die Gräber der Frauen jener Pharaonen. Weiter nach dem Memnonium zu zeichnet sich unter den vielen hundert Gräbern (denn so viel Eingänge sieht man noch) eines aus, welches sehr groſs und reich geschmückt ist und vor dessen Eingang man die Flur von Theben übersieht. Dieses Grab ist den Ringen nach das von Thotmoses III., dem Gründer der gröſsten Bauwerke Thebens; die Lage ist so, daſs der erste Blick des nach 3000 Jahren Erwachenden die heilige Stadt überschauen sollte.

In den Abhängen nach Qournû hin finden sich noch reichverzierte kleinere Gräber aus ältern Zeiten, mit den Ringen Amenopht I. und seines Vorfahren Amos.

Im Thale selbst sind die Eingänge zu den berühmten Gräbern, die mit dem Namen der Syringe belegt werden und die von *Pokock* für unterirdische Königspalläste gehalten wurden. Diese Gräber werden für die allgemeinen Katakomben gehalten; doch fand *Prokesch*),* einer der neusten Reisenden, einige Ringe darin, denen zufolge er sie für die Gräber der Saï-

*) Erinnerungen Bd. I. S. 376.

tischen Dynastie der Psammetiche hält. Es sei mir erlaubt, seine Beschreibung zweier dieser Gräber wörtlich herzusetzen.

„Mitten im glänzenden weifsen Sande sah ich eine Stiege, die in „einen eingesenkten Vorhof führte, der zur Rechten und Linken Pfeiler- „gänge und ein Thor, im Hintergrunde aber gleichfalls ein Thor in dem „Felsenboden des Thals hat."

„Durch das Thor zur Rechten kommt man in zwei schöne Ge- „mächer, die auf das reichste mit gehobener Arbeit und Malerei verziert „sind, wovon das zweite zur Rechten wendet, und wieder zur Rechten. „An dieser hintersten Stelle findet sich ein Grab. Durch das zur Lin- „ken kommt man in einen Saal; aus diesem in ein Gemach; dann in ei- „nen Gang, der nach einer weiten Strecke endet und wahrscheinlich das „Grab enthielt. Alle diese Wände sind auf das feinste mit unsäglichen „Reichthümern verziert. Das Mittelthor führt in einen grofsen Saal, des- „sen Pfeiler umgebrochen und weggeführt wurden, um Kalk daraus zu „machen. Alle Wände sind auf das edelste geschmückt. Ein Saal, von „vier Pfeilern getragen, folgt dem ersten. In die Thorpfeiler gehauen, „(gehoben, auf vertieftem Grunde, wie alle Bilder des besten Aegyptischen „Styles), ist das Bild eines Königs, auf seinem Throne sitzend. Wenn „die Deutung richtig ist, so ist es eine Bestätigung, dafs diese Grotte ein „Königsgrab war. Aus dem zweiten Saale kommt man in einen dritten, „der zur Linken ein Gemach, zur Rechten aber ein unglaubliches Laby- „rinth von Gängen hat: unglaublich ob des Entwurfes: unglaublich ob der „Ausführung; denn alle diese Gänge sind, so wie die Säle selbst, in den „Felsen gehauen und auf das sorgsamste mit gehobener Arbeit verziert: „und dennoch waren sie niemals bestimmt, von dem Tageslicht erleuchtet „zu werden. In dieser Idee, die dunkeln Grotten so reich zu verzieren, „spricht sich aber der Aegyptische Character grade recht bestimmt aus. Die „Gänge wenden sich unter rechten Winkeln und haben von Strecke zu „Strecke Thore und Seitengemächer. Ich stieg darin zwei Stiegen, die „eine von 9, die andere von 28 Stufen hinab, welche sanft, wie alle „Aegyptischen, und hier überdiefs getheilt sind, so dafs zwei Stiegen neben „einander laufen. Zwischen beiden Stiegen befindet sich eine Apareille; „wahrscheinlich zum Hinablassen der Särge. Nach der zweiten Stiege „kam ich an einen tiefen Mumienbrunnen, der lange schon geöffnet und „beraubt war; wie die Gebeine und Hüllen, in den Gängen ausgesäet, es be-

„weisen. Der Mumienbrunnen spricht freilich gegen die Deutung, daſs „hier eines Königs Grab sei. Doch finden sich auch in andern Königsgräbern „Mumien; was beweiset, daſs nicht der König allein, sondern auch andre „Leichen, vielleicht die seiner Diener, mit beigesetzt wurden. Weiter in „dem Gange trifft man auch zwei verstümmelte Wandstatuen an und hat „dann einen Saal vor sich, worin ein Altar steht und Colossentrümmer „liegen, Colossen kommen sonst in den Gräbern eben nicht vor. Dort „endet diese Verzweigung; welche die unterste ist. Geht man aber die Stie-„gen wieder hinauf, so hat man an der obern, zur Linken, einen Saal. „Aus diesem führt weiter ein Gang; aber wo Saal und Gang sich schneiden, „ist wieder ein tiefer Brunnen getäuft, der kaum einen Fuſs breit Raum „läſst, um vorbeizukommen. Senkt man sich in den Brunnen mittelst „Seile hinab, so findet man dort wieder einen Gang, an dessen Ende eine „Sargstelle ist. Klettert man am Brunnen vorüber und folgt dem früher „erwähnten Gange, so sieht man ein Thor vor sich, und um durch dieses zu „kommen, theilt sich der Gang in zwei Arme, von welchen der eine in gera-„der Verlängerung des frühern fortgeht, der andere aber unter rechtem „Winkel nach der Linken sich hinerstreckt. Beide Arme wenden sich nach „ziemlicher Länge wieder rechtwinklig, vereinigen sich, und bilden sonach „eine in's Viereck gezogene Gallerie. Diese Stelle ist, wo möglich, noch „reicher als die übrigen Theile dieses Labyrinthes; warlich, man fragt „sich: träume ich? oder haben sich Bilder der Feenwelt verwirklicht? Die „Hieroglyphen und Bilder sind gehäufter und noch feiner gearbeitet, als „in der untern Verzweigung. An der innern Wand sind überdies in kur-„zen Zwischenräumen Nischen, in denen bald ein, bald zwei, bald vier, „bald acht, bald zwölf Figuren sitzend ausgehauen erscheinen. Dieses „sind eben die den Nubischen ähnliche Darstellungen in stark erhobenem „Hautrelief."

Prokesch sagt noch, daſs der Boden dumpf wiederhallte, als bärge der Felsen noch ganze Reihen von Gemächern; daſs sich unter den Sculpturen ein im Aegyptischen Style gearbeitetes Bild eines Gekreuzigten, 4 F. hoch und um $\frac{2}{3}$ der Körperdicke erhoben, befinde, und daſs er im Innern keine königlichen Ringe gefunden habe, wohl aber in einer der Grabhallen im Vorhofe die Ringe einer Königin, dem Vornamen nach der Gemalin Psammetichs III. Dann fährt er fort:

„Ein zweites Königsgrab im Thale Assasiff beginnt gleichfalls mit

„einem Vorhofe, hat drei Säle, wovon den ersten zehn Gemächer be-
„gleiten, den dritten aber auf jeder Seite eins. Zur Linken dieser beiden
„ist ein tiefer Mumienschacht, und weiter geht eine Verzweigung von
„Gängen aus, welche (nahe an einer andern Grabhalle vorüber, wie es
„ein Loch in der Scheidewand zeigt) zu Gemächern mit andern Mumien-
„brunnen oder Schachten und, nach verschiedenen Wendungen, durch ein
„Seitenthor wieder in den Vorhof führt. Auch in diesem Syring fand
„ich keine königlichen Ringe, wohl aber in einem dritten, wenig entfernten.
„Die Bilder dieses Königsgrabes sind mit wunderbarer Feinheit und Hal-
„tung im Style gezeichnet und zeigen in den vordern Gemächern, die
„allein unverschüttet waren, Abbildungen aller Handwerke und Künste.
„Da sind Zimmerleute, welche Stämme behauen; Tischler, welche
„Schränke, Tische, Bänke und allerlei Geräthe machen; da sind Gerber,
„Schuhmacher, Sargbesteller, Leichen-Einbalsamirer, Baumeister, Bild-
„hauer; da sind weiter Bäcker und Marktträger; da sind Schreiber, eine
„Rolle Papyrus und den Griffel in der Hand; da sind solche, welche Bar-
„ken, Schiffe, Masten, Tauwerk machen u. s. w. Da sind auch Schaaren
„von Tänzern, die bald einzeln, bald zu zweien tanzen, Männer mit Män-
„nern, aber Frauen sind die Zuschauer. Daneben sitzen Harfenspieler mit
„neun- und zehnsaitigen Instrumenten. Da sind Königsbilder mit Scepter
„und Halsschmuck; darüber die Ringe Psammetich II. und seiner Gemalin."

Viele der andern Gräber sind unverziert; manche nur bemalt, andere haben zugleich Reliefs.

Noch wunderbarer sind die sogenannten Königsgräber im Thale Bab-el-Melek. Früher sollen deren 47 vorhanden gewesen sein; jetzt sind noch 16 da; die andern sind verschüttet. Es sind die Ruhestätten der Rèmesiden, der berühmtesten Herrscher-Dynastie. *Prokesch* hat die Ringe des zweiten, dritten (grofsen), bis zum achten, des zehnten bis zum funfzehnten Rèmesiden in den verschiedenen Gräbern aufgefunden. Da, wie es scheint, in jedem Grabe nur ein Name oft wiederholt vorkommt, so ist es wohl gewifs, dafs der jedesmal genannte Herrscher wirklich darin beigesetzt war. Die Eingänge aller dieser Gräber sind einfache hohe Thore in einer mehr oder weniger tiefen Nische; darüber, in einem Kreise, ist ein Scarabäe, daneben ein Gott mit dem Schakalkopfe (Anubis, der Seelenführer); betende Gestalten knien zur Seite; die Nische ist mit Hieroglyphen geziert. Durch das Thor tritt man in einen breiten Gang, welcher zum

Theil mit Seitengemächern verbunden, überall aber, nahe am Ende, eine Nische an jeder Seite hat und zu einem kleinen Saale führt. Auf diesen folgt ein gröſserer; von da ab sind die Gräber verschieden. Der Sarg ist bald eingesenkt, bald über dem Boden aufgerichtet, und steht jedesmal in einem Saale mit rund ausgehöhlter Decke.

Das schönste und am besten erhaltene unter diesen Gräbern ist das von Rèmeses II., welches *Belzoni* fand und aufräumen lieſs. *Prokesch* sagt davon; „Wer es genau schildern wollte, müſste Bände darüber voll „schreiben, und würde, wie getreu er auch der Wahrheit bliebe, dem „Leser ein Träumer scheinen. Diese Menge von Gängen, Gemächern und „Sälen, zwei Stockwerke tief und tiefer noch in den Felsen gehauen: diese „Millionen von Bildern und Hieroglyphen von der feinsten Ausführung: „dieser Glanz, diese Unverletztheit der Farbe, als wäre dieselbe eben erst „aufgelegt worden, gehen weit über den heutigen Maaſsstab des Ausführ- „baren hinaus. Der Aufwand von Kraft und Arbeit, von religiöser Ge- „wissenhaftigkeit in der Ausführung des Kleinsten wie des Gröſsten, des „Gesehenen wie des Ungesehenen, ist so ungeheuer, daſs ich nicht begreife, „wie irgend ein Herrscher, und wär er der mächtigste der Welt, auf den „Gedanken hat verfallen können, einen ähnlichen Bau anzubefehlen. Py- „ramiden sprechen zu allen Völkern und zu allen Zeiten; aber hier ist „der namenlose Fleiſs mit dem Todten selbst in Finsterniſs begraben und „der Oberfläche der Erde entrückt." — Und weiter: „29 Stufen führen „eine Felsennische hinab und zu einem Thorraume; darüber sind die allen „gemeinen Zeichen, der Scarabäe nämlich und des Anubis; dann die bei- „den Ringe des zweiten Rèmesiden. Diese Ringe, und nur diese sind auf „allen Theilen dieses Grablabyrinthes. Man tritt in einen Gang von 36 F. „lang, 8 F. 6 Z. breit und um ein Geringes höher, der unter einem Win- „kel von 18 Graden sich neigt. Die Wände sind mit Hieroglyphen ver- „ziert, die aus dem mattweiſsen, weichen Steine mit gröſster Reinheit „geschnitten sind. Man hat eine zweite Stiege vor sich, 26 Stufen tief: „die steigt man hinab und folgt weitere 37 F. dem gesenkten Gange, bis „man in einen Raum von 14 F. breit und etwas über 12 F. lang kommt, „welcher wahrscheinlich den Schacht unter sich hat, dessen *Belzoni* erwähnt „und der nach seiner Meinung zur Aufnahme des einsickernden Wassers „bestimmt war. Der weitere Eingang war nicht nur mit einer Wand ver- „schlossen, sondern sogar mit Hieroglyphen versehen, so daſs es aussah,

„als ob die Halle dort endete." (Aehnliche absichtliche und sorgfältige Verbergungen des Einganges zu den Gräbern haben wir schon öfter im Alterthum angetroffen.) „Diese Wehr schützte den heiligen Raum nicht. „*Belzoni* liefs sie durchbrechen. So kommt man jetzt in einen von vier „Pfeilern getragenen Saal, 26 F. 8 Z. breit und 25 F. lang. Hier kann „man die Kraft und Frische der Farben bewundern; sie scheinen mit „Glanzfirnifs überzogen und übertreffen weit Alles, was man in dieser Art „auf irgend einem Monumente in Aegypten oder Nubien sieht. Rings um „den Saal läuft eine Schlange, welche Mumien auf ihrem Rücken trägt. „Auf jedem Pfeiler sind Isis und Osiris vorgestellt, die Hände verschlungen. „Häufig sind auf den Wänden Barken dargestellt, in welchen der Seelen- „führer schifft. Vier Stufen abwärts führen in den nächsten Saal, welcher „27 F. 6 Z. lang und 24 F. 8 Z. breit ist und in welchem die Figuren „und Hieroglyphen noch nicht bemalt sind." (Es ist eigen, dafs auch in den Gräbern so viel unvollendete Sculpturen und Malereien vorkommen; also auch hier dauerten die Arbeiten unter den Nachfolgern fort, und man darf nicht gradezu voraussetzen, dafs die Bildwerke alle aus der Zeit des Herrschers sind, welcher in dem Grabe beigesetzt ist.) „Aber aus dem „Saale der vier Pfeiler führt zur Rechten auch eine Stiege von 18 Stufen „in einen weiteren, gesenkten Gang von 36 F. lang und 6 F. 10 Z. breit, „welcher prachtvoll bemalt ist," (Unter den Gemälden hat man immer Conturzeichnungen, mit Farbe ausgefüllt, zu verstehen.) „und zwar liegt „feiner Mörtel auf dem Steine, und darauf sind die Farben angebracht. „Dieser Gang führt zu einem Thore, auf dessen Pfeilern der König im „Waffenkleide, auf einem goldverzierten Throne sitzend, dargestellt ist, „den Zepter in der Hand, ein Halsband mit Amulet auf der Brust, welches „in weiten Falten von der Krause bedeckt wird; Gürtel und Fufsbeklei- „dung sind vor allem Uebrigen herrlich. Ein Adler schwebt über ihm „und trägt in seinen Klauen den königlichen Siegelring." (Dem Könige nahen sich fremde Gesandte, vier rothbraune, vier weifse und vier schwarze Männer, alle in festlicher, nationeller Kleidung. Graf *Minutoli* behauptet von den weifsen Männern, die er für Juden hält, dafs ihre unverkennbare Nationalbildung mit so komischer Laune aufgefafst sei, dafs es auch einem neuern Künstler schwer fallen würde, etwas Vollkommeneres zu liefern.)

„Die Pracht der Kleidungen, des Geräthes, der Wagen, der Pferde- „rüstungen u. s. w., deren ich schon einige Male erwähnt habe, bewei-

„sen auch ihrerseits die grofsen Vorschritte der Cultur unter den Pha-
„raonen."

„Nach diesem Thore geht der gesenkte Gang noch 16 F. 8 Z. mit
„16 F. 4 Z. Breite fort; worauf man acht Stufen hinabsteigt und in einen
„Vorsaal von 26 F. 9 Z. lang und 25 F. 11 Z. breit, mit zwei Seiten-
„gemächern, tritt, wo in den Wandbildern des einen, von 10 F. 2 Z. lang
„und 8 F. 6 Z. breit, die Verehrung des Aspis, in dem andern, von 10 F.
„2 Z. lang und 8 F. 8 Z. breit, die Seelenfahrt und ein Haufen von
„Opfergaben sich zeigen. Endlich kommt man in eine hohe, gewölbte
„(d. h. bogenförmig ausgehauene), von vier Pfeilern getragene Halle von
„30 F. 9 Z. lang und 26 F. breit. In dieser Halle stand der Sarg, den
„*Belzoni* nach England gebracht hat. Er beschreibt denselben als von
„orientalischem Alabaster, 9 F. 5 Z. lang, 3 F. 7 Z. breit, 2 Zoll dick
„und ganz durchsichtig. Auch soll er mit mehreren hundert Figuren in
„gehobener Arbeit geschmückt gewesen sein." (Dieser Sarg wird als ein
wahres Wunder gerühmt. Schade, dafs über den Styl der Arbeit nichts
Bestimmtes gesagt wird; denn hier ist allerdings das bestimmte Alter be-
kannt. Uebrigens hielten *Young* und *Belzoni* irrthümlich diesen Sarg für
den des Psammathis. In den verschiedenen Reliefs des ganzen Grab-
mals zählte *Belzoni* 180 Figuren in Lebensgröfse, über 800 von 3 bis
4 F. Höhe und an 2000 hieroglyphische Zeichen von 1 bis 6 Zoll Höhe.)
„Der Deckel des Sarges fehlte und man fand Trümmer desselben aufser-
„halb des Grabes: ein Beweis, dafs das Grab bereits geöffnet und beraubt
„worden war, als *Belzoni* es wieder öffnete. Die Decke der Halle ist
„mit farbigen Bildern geschmückt, welche Typhon, von einer Schlange
„überragt, Götterzüge, Apis und die andern Genien des Todtenreichs in
„mannigfachen Handlungen darstellen. An den Wänden wiederholt sich
„die Seelenfahrt. Zur Rechten ist ein unvollendetes, unverziertes Gemach;
„zur Linken eine von zwei Pfeilern getragene Halle von 42 F. lang und
„17 F. 14 Z. (?) breit. Darin fand *Belzoni* einen einbalsamirten Stier
„und eine grofse Menge Idole."

„Der Sarg ruhete über einer Stelle, wo jetzt aus der Halle ein
„Gang in's Gebirge sich senkt, und barg denselben. *Belzoni* fand nach
„300 F. den Gang so verfallen, dafs er nicht weiter kommen konnte."

In ähnlicher lobenden Weise sprechen sich auch die frühern Rei-
senden über dieses Grabmal aus. Man mag mit Recht dem überraschten

Augenzeugen, der vielleicht mit unsäglichen Opfern diesen Anblick erkaufte, den Enthusiasmus zuguthalten; man hüte sich aber, unbedingt darin einzustimmen und ihm nachzusprechen. Der Geschichtschreiber soll einen höhern Standpunct aufsuchen, der über Völkern und Zeiten liegt.

Die Gräber haben, wie aus der Beschreibung unmittelbar hervorgeht, in allen Gängen, Kammern und Sälen nur sehr mittelmäfsige Dimensionen; sie haben keinen architektonischen Schmuck, sondern sind nur mit Reliefs und mehr noch mit bunt ausgefüllten Conturzeichnungen, wenn auch sehr reich geschmückt. Diese, deren Verfertigung im Einzelnen nicht viel Zeit erfordern konnte, sind, wie die unvollendeten zu beweisen scheinen, das Werk vielleicht vieler nachfolgenden Geschlechter. Was sind so die Aegyptischen Gräber mit all ihrem Schmuck gegen die Höhlentempel Indiens in ihrer fast meilenlangen Ausdehnung, mit ihren Riesensälen, ihrem Reichthum an vollrunden Sculpturen, ihren 100 F. hohen Monolithen im Innern der Säle! — Wenn man sich der Lehre der Aegypter vom Leben nach dem Tode erinnert, so kann es nicht befremdend sein, dafs sie die Gräber so reich und reicher als die Wohnungen der Lebenden ausschmückten. Hier hatten sie noch nicht 100, dort an 3000 Jahre zu hausen. Im Gegentheil könnte man sich eher darüber wundern, dafs die Gräber im Vergleich zu solchen Ruinen wie die des Pallasts zu Karnack (wenn anders dieses Gebäude nicht doch der Ammons-Tempel war, wofür wir die Gründe schon früher angegeben haben) nicht bedeutender sind, namentlich in architektonischer Hinsicht. Es scheint solches nur daraus erklärt werden zu können, dafs der eigentliche Höhlenbau bei den Aegyptern bereits aufser Gebrauch gekommen war, und dafs sie die unterirdischen Grabgrotten nur noch mit Bildwerken auszuschmücken wufsten. Zwar kommt bei Theben eine Grotte von 3 Stockwerken, mit einem offenen Vorhofe und einer in den Felsen gehauenen, ebenfalls offenen Area vor, welche *Heeren* *) für eine Wohnung, wenigstens für kein Grab hält; dieses einzelne und sehr zweifelhafte Beispiel kann indessen nichts beweisen, zumal darin ebenfalls Mumienbrunnen gefunden sind, die überzeugend beweisen, dafs auch hier ein Grab sei.

---

*) Ideen, Th. 2. Abth. 2. S. 258.

§. 64.
Beschreibung der Pyramiden.

Aufser einer einzelnen kleinen gestuften Pyramide, welche *Prokesch* zwischen den Dörfern Maleh und Psaliha unweit Esne, also jenseit Theben gesehen haben will, stehen sämmtliche Pyramiden gruppenweise vereinigt, und zwar in der Gegend des alten Memphis; ferner bei Gizeh, Sackarah, Dashour; und weiter hin noch einige derselben am See Möris.

Sie haben sämmtlich ein Quadrat (doch nicht von ganz gleichen Seiten) zur Grundfläche und bedeutend weniger Höhe als Breite. Die meisten haben die reine Pyramidalform; öfters jedoch ist oben die Spitze abgestumpft; einige haben unten eine steilere Böschung als oben, so dafs in der Mitte eine wagerecht herumlaufende stumpfe Kante entsteht; andre sind absatzweise in die Höhe geführt; viele sind jetzt so zerstört, dafs man ihre Form nicht mehr zu erkennen vermag. Der Kern besteht mitunter aus Backsteinen, die an der Sonne getrocknet sind, gröfstentheils aber aus unregelmäfsigen Kalksteinen, mitunter ohne Mörtel zusammengeschichtet, gewöhnlich aber in Kalk gemauert. *Pocock* erwähnt auch Pyramiden, welche blofs aufgeschichtete Steinhügel sind, und zwar so, dafs die kleinen Steine innen, die grofsen aufsen liegen. Aufsen waren die Pyramiden alle, oder doch die meisten, mit Quadern, theils aus Kalk- oder Sandstein, theils aus Granit und Marmor bekleidet; wovon sich noch Reste erhalten haben. Im Innern waren Gänge und Kammern; doch lange nicht so viele und so grofse, wie in den Felsengräbern. Sonderbar genug ist es, dafs man die Gänge und Kammern grade da machte, wo sie unsägliche Mühe verursachten, sie dagegen da, wo man dadurch noch Arbeit und Kosten erspart haben würde, wegliefs.

Die Pyramiden scheinen jede mit einem Hofe umgeben gewesen zu sein; wie es noch vorhandene Spuren von Umfassungsmauern beweisen. Diese Höfe mögen mit Säulen- oder Pfeilergängen und mit bedeutenden Zugängen (vielleicht aus späterer Zeit) geschmückt gewesen sein; die Eingänge in die Pyramiden selbst waren durch genau schliefsende Bekleidungssteine verborgen und nicht unten am Fufsboden, sondern mehr nach der Mitte der Höhe angebracht. In der Nähe der Pyramiden finden sich unzählige Gräber reihenweise liegend.

Die Pyramiden sind mit ihren vier Seiten nach den vier Weltgegenden gerichtet; was sonst bei den Aegyptischen Gebäuden nicht der Fall

ist. Da, wo sich die Bekleidungssteine noch erhalten haben, zeigen sich kleine Stufen eingehauen, zu einer (freilich gefährlichen) Treppe nach oben. Bemerkenswerth ist die Seltenheit der Hieroglyphen. Ganz fehlen sie indefs nicht; wie wir es bei der weitern Beschreibung sehen werden.

Die von *Prokesch* erwähnte südlichste Pyramide bei Esne ist nur 56½ F. in der Grundlinie lang und etwa 37 F. senkrecht hoch; sie ist aus Werkstücken in Mörtel gebauet und scheint Absätze gehabt zu haben, ist aber sehr verstümmelt.

Die Pyramide von Meidun hat drei Absätze, gleichsam die Bruchstücke dreier verschiedener Pyramiden; sie ist ebenfalls nur klein und oben zerstört.

Bei El Laboun befindet sich eine Pyramide aus Kalksteinen erbauet und mit Backsteinen überdeckt; ihre Basis beträgt an 189 F. Preufs. *), ihre Höhe jetzt noch 60 F.; sie ist auch zerstört.

Unweit davon steht die Pyramide, welche man für diejenige des Labyrinthes hält. Sie ist besser erhalten als die vorige und 346 F. breit und 189 F. hoch. Die Ecken sind aus Quadern gebauet, das Uebrige aus an der Sonne getrockneten Backsteinen. Im Innern fand *Malus* einen unterirdischen Gang, eine Salzquelle und einen Sarkophag. Nach *Herodot* wären grofse Thiergebilde auf dieser Pyramide eingehauen gewesen, von denen die Reisenden freilich nichts berichten, die aber auch auf den Backsteinen längst zerstört sein können, oder die vielleicht auch nur auf der Verschlufsmauer vorhanden waren; in dergleichen Angaben ist *Herodot* so genau nicht. Auch von einer von Asychis aus Ziegeln erbaueten Pyramide spricht Herodot, welche die Inschrift gehabt haben soll: „Schätze „mich nicht gering neben den steinernen Pyramiden: ich übertreffe sie „so sehr, als Zeus die andern Götter. Denn man tauchte eine Stange „in einen See hinunter; den Schlamm, der an die Stange sich anhing, „nahm man, bildete Ziegel daraus und hat auf diese Art mich aufgerichtet." Hiernach scheint dies die erste Pyramide von Baksteinen gewesen zu sein. Uebrigens mufs doch wohl angenommen werden, dafs die Inschrift wie gewöhnlich in Hieroglyphen (vielleicht aber nicht auf der Pyramide selbst) geschrieben war. *Prokesch* glaubt diese Pyramide in der ersten, südlich-

*) Der leichtern Rechnung wegen ist für einen Mètre 3⅐ F. Preufs. genommen.

sten Pyramide von Dashour und Sakkarah wieder zu erkennen, welche von ungebrannten Ziegeln errichtet und 320 F. breit und 160 F. hoch ist*).

Die zweite Pyramide zu Dashour hat eine Basis von 596 F. im Quadrat und ist 264 F. hoch. Auf 215 F. Höhe auf der schrägen Seitenfläche wird die Böschung flacher. Das Innere besteht aus Kalksteinen des Libyschen Gebirges; die theilweise noch erhaltene Bekleidung besteht aus glatt behauenen Quadern von demselben Gestein. Der Hof, welcher die Pyramide umgab, ist noch erkennbar; die Mauer desselben stand 190 F. von der Pyramide ab. Der Eingang ist an der Nordseite.

Hart an dem obengedachten Hofe steht die dritte Pyramide, von nur 144 F. Grundlinie.

Die vierte hat die ungeheure Grundfläche von 720 F. in's Gevierte, aber nur etwa ein Drittheil der Breite zur Höhe. Die zwei folgenden Pyramiden sind nur klein, und verstümmelt.

Von der siebenten sind nur noch die untern 6 bis 9 Lagen vorhanden. Das Plateau ist 240 F. lang und 170 F. breit. Die Pyramide mufs entweder absichtlich abgetragen, oder nie vollendet gewesen sein. Die einzelnen, aus derselben genommenen Steine sind 8 F. 8 Z. lang und 5 F. 4 Z. hoch und die gröfsten, welche man in den Pyramiden fand. Weiter folgen wieder fünf unbedeutendere und ganz verfallene Pyramiden.

Die dreizehnte Pyramide hat fünf Absätze, deren einzelne Seitenflächen aber nicht lothrecht, sondern ebenfalls, jedoch steil, geböscht sind. Sie ist 300 F. breit und 240 F. hoch. Tausende von Gräbern, deren Ueberbaue aus ungebrannten Ziegeln bestehen und klein und einfach aus der Erdfläche hervorragen, umgeben sie. Diese Gräber sind unterirdische Gemächer, theils mit Steinen ausgefüttert, theils im Felsen ausgehauen, und stets mit Hieroglyphen und Farben geziert. Aus den Gemächern gehen Brunnen oder Schachte in die Tiefe hinab; aus diesen führen unten Seitengänge theils wieder zu andern noch tiefern Schachten, einzelne sogar drei Stockwerk tief. Es ist dies die Pyramide, welche *Minutoli* öffnen liefs. Man fand die gewöhnlichen Schachte und labyrinthischen Gänge; sodann eine Grabhalle, welche *Prokesch* 100 F. hoch schätzte, und deren Decke

---

*) Hier und bei den nachfolgenden Pyramiden ist das von *Prokesch* angegebene Wiener Maafs beibehalten, da dasselbe nur unbedeutend, der Fufs nur um $\frac{1}{140}$ gröfser als das Preufsische ist.

ihm bemalt gewesen zu sein schien. In den Wänden der Halle fanden sich viele breite Löcher (Grabstellen, Eingänge, vielleicht auch nur Ausbrüche). In der Halle lagen Bruchstücke eines Sarges von Granit, und unter dem aus Granit bestehenden Fufsboden der Halle befand sich ein andres Gemach. Noch finden sich andre Gänge, die Decke mit Sternen verziert, und ein Thor mit Hieroglyphen, welche *Prokesch* für den unbekannten Vornamen eines Pharaonen hält; eine andre Kammer, und wieder Gänge; Alles, eben wie der Eingang unter der Base der Pyramide, ist im Felsen ausgehauen. *Minutoli* *) erwähnt noch förmlich überwölbter Kammern, mit Hieroglyphen bedeckt. Von diesen sagt der spätere Reisende *v. Prokesch* indefs nichts. Gewöhnlich hält man die Hieroglyphen und das fremdartige Gemäuer der Wölbungen für spätere Zusätze; es fragt sich indefs, ob mit genügendem Grunde. Schwerlich veränderten die alten Aegypter die Pyramiden (sie haben es wenigstens an keiner andern gethan), und die spätere Verfertigung eines einzelnen Gewölbes hätte wegen des letzten Schlufssteins viel Schwierigkeiten gehabt. Eher möchte man glauben, dafs die Wölbung nur in vorgeschobenen Steinen ausgehauen war; was sich, von unten gesehen, kaum unterscheiden lassen dürfte. Vielleicht ist auch das ganze unterirdische Grab nachträglich gebaut, was ja eben so wohl unter einer Pyramide als unter einem Felsen geschehen konnte, und die zur Pyramide gehörigen ursprünglichen Gemächer liegen dann im obern Theile, wie bei andern Pyramiden. Noch wahrscheinlicher ist der ganze Bau aus späterer Zeit (Siehe §. 65.).

Es folgen jetzt noch mehrere weniger bedeutende Pyramiden und einige Meilen weiter die von Gizeh, wo sich deren zusammen neun befinden.

Die gröfste derselben hat 719 F. Basis und 456 F. Höhe; die Spitze ist oben abgeplattet. Der Kern besteht aus unregelmäfsigem Kalksteingemäuer, theils ohne Mörtel in einander gepackt, theils in Kalk gemauert; die regelmäfsigen äufsern Blöcke bilden eine Treppe, auf welcher man jetzt bequem emporsteigt; von der einstigen Bekleidung, welche die Treppe zu einer geraden Fläche ausglich, und die nach *Herodot* aus 30 F. und darüber langen Troischen Steinen bestand, die man von der Arabischen Seite herübergeschafft hatte, sieht man nichts mehr: eben so wenig von den Figuren und Hieroglyphen, welche *Abdallatif* am Ende des zwölften Jahr-

*) Reise zum Tempel des Jupiter Ammon, S. 233.

hunderts darauf gesehen haben will *), deren aber *Herodot* wohl nicht unerwähnt gelassen hätte, wenn sie da gewesen wären. In geringer Entfernung vom Fuſse, an der Ostseite, stehen drei ganz kleine Pyramiden; unmittelbar daran und auf der Südseite, in gleichem Abstande, zieht sich eine Reihe Gräber in gleichmäſsigen Abständen hin; an der Westseite aber finden sich 10 Grabreihen; mehrere dieser Gräber sind mit prächtigen Ueberbauen geziert gewesen, welche auf der Gruft standen und von welchen noch Ueberbleibsel vorhanden sind. Auch von der Hofmauer, welche das Ganze einschloſs, sind noch Spuren vorhanden. Das Innere dieser Pyramide ist seit lange bekannt. Der Eingang führt, 100 F. hoch über der Basis an der Nordseite, in einen gesenkten Gang von 3¼ F. breit und hoch und 100 F. lang. Die Wände desselben sind glatt polirt. Grade aus führt ein horizontaler Gang zum sogenannten Saale der Königin und ein anderer, schief aufsteigender Gang zum Saale des Königs. Der erste Saal ist mit weiſsem Marmor, der letztere mit Granit bekleidet. Vor dem Königssaal ist ein kleiner Vorraum und in dem Saal ein Sarg von Granit. Die aufsteigende Gallerie ist sehr hoch und mit allmälig übergekragten Quadern bedeckt; der obere Saal ist mit horizontalen, der untere (der der Königin) mit sparrenartig gestellten Platten bedeckt. Aus dem letztern Saal führt ein wagerechter Gang noch 50 F. weit und hört dann auf. Da wo der erste, von auſsen hereinführende Gang endet, führt ein fernerer, schiefgesenkter Gang links ab, und auſserdem ein Schacht, welcher einigemal in schiefen Winkeln abbricht, 286 F. in die Tiefe. Unten verbindet beide ein wagerechter Gang; der schiefgesenkte Gang geht von da an noch tiefer hinein, ist aber verschüttet; *Caviglia* konnte ihn noch weiter verfolgen, bis er einen dritten in den Felsen gehauenen Saal antraf. Ob nicht noch andre unentdeckte Gemächer vorhanden sind, ist zweifelhaft. Wie *Herodot* sich erzählen lieſs, sollen mehrere unterirdische Gemächer da sein, die von einem aus dem Nil hineingeleiteten Canal inselartig umflossen wären; was aber wahrscheinlich eine Priesterfabel ist.

Die zweite der drei groſsen Pyramiden von Gizeh hat nach *Belzoni* 684 F. Basis und 456 F. Höhe **). Im Kern bestand sie ebenfalls aus Kalkstein; die am Gipfel noch vorhandene Bekleidung ist nach *Prokesch*

---

*) S. *Hirt*, Gesch. d. Bauk. Th. I. S. 57.

**) Der bessern Vergleichung wegen ist auch hier das von *Prokesch* angenommene Wiener-Maaſs beibehalten.

von Marmor; nach *Herodot* soll sie aus Aethiopischem Granit bestanden haben. *Belzoni* öffnete die Pyramide. Er fand einen Gang von 3½ F. breit und 4 F. hoch, der unter 26 Grad Neigung abwärts führte. Nach 104 F. 5 Z. Länge war er in einem 6 F. 11 Z. tiefen (langen) Thore mit einem Stein verschlossen; von da ab ist der Gang noch 22 F. 7 Z. lang in den Felsen gehauen. Hier findet sich ein senkrechter Schacht, 15 F. breit und 15 F. hoch, von dem unten wieder ein Gang, erst geneigt, dann wagerecht, weiterführt; von hier aus führt ein am Ende verschlossener Gang (wahrscheinlich ein zweiter Ausgang) schief aufwärts; ein anderer abwärts und seitwärts in einen 42 F. langen, 9 F. 9 Z. breiten und 8 F. 6 Z. hohen, im Felsen ausgehauenen Saal. Am Ende des ersten Ganges, da wo der senkrechte Schacht abgetäuft ist, führt eine wagerechte Verlängerung von 46 F. 3 Z. lang, 16 F. 3 Z. breit, 23 F. 6 Z. hoch, zur Grabhalle; der Sarg darin ist von Granit, 8 F. lang, 3 F. 6 Z. breit, ohne Hieroglyphen und in den Boden eingesenkt. Die Halle ist oben mit übergekragten Steinblöcken bedeckt.

Merkwürdig ist der Hof um diese Pyramide. Er ist in den Fels eingesenkt. Auf der glatten Felswand an der Nordseite sieht man Hieroglyphen und darunter den Namen des grofsen Rèmeses; auf der West- und Ostseite sind Grabgemächer; die Decke des einen soll, wunderlich genug, aus roh abgerundeten Steinen bestehen; über den Eingängen sind wieder Hieroglyphen. Es scheint, dafs aufserdem an die Felsenwände Bauwerke sich angelehnt haben. An der Ostseite ist der Aufgang zum Hofe gewesen. An seinem Eingange sitzt die bekannte und in einem frühern Paragraphen erwähnte Riesensphinx.

Die dritte Pyramide scheint, wiewohl sie noch etwas kleiner als die vorigen ist, doch die prächtigste gewesen zu sein. Sie war mit Granit bekleidet; indessen liegen auf der Südseite auch Marmorblöcke, von denen *Prokesch* vermuthet, dafs sie einen Theil der Bekleidung ausgemacht haben. Auch *Herodot* sagt, dafs nur die Hälfte aus Granit (Aethiopischem Stein) bestehe. Die einzelnen Blöcke sind sehr grofs; zu den mittleren Schichten hat man die gröfsten genommen. Die kleinern Granitblöcke haben als Verzierung (?) einen hohlen Streifen von 1½ Zoll breit und tief. Vor der Ostseite ist ein viereckiger Hof, in dessen Umfassungsmauer sich Blöcke von 14 F. lang und 8 F. breit und hoch zeigen. Die drei kleinen Pyramiden südlich neben dieser dritten und winzig klein gegen die grofsen, sind aus Kalkstein.

Herodot hat uns eine Nachricht vom Bau der Pyramiden hinterlassen, welcher zufolge sie absatzweise aufgeführt wurden, indem man mittelst Hebezeugen die Bausteine nach und nach von einem Absatze zum andern emporhob, zuletzt aber die Absätze von oben herab ausfüllte. Diese Nachricht dürfte in der That ganz glaubhaft sein. Was er aber von der Menge der bei den grofsen Pyramiden beschäftigt gewesenen Arbeiter (Hundert Tausend während zwanzig Jahren) und der noch unglaublicheren Menge der dabei verzehrten Rettiche, Zwiebeln und Knoblauch (für 2 200 000 Thlr.) erzählt, mögen wir füglich unbeachtet lassen. Lieber wollen wir bemerken, dafs eine solche Pyramide, nach jetzigen Preisen, in unseren Gegenden leicht 10 Millionen Thaler kosten könnte.

§. 65.
Weitere Betrachtungen über die Pyramiden.

Die gröfsten Bauwerke der Erde sind zugleich die räthselhaftesten; sie waren es schon zu *Herodots* Zeiten und sind es noch jetzt.

1) Welches war der Zweck dieser Denkmäler?
2) Wie alt sind sie, und wer waren ihre Erbauer?
3) Warum finden sie sich (mit einziger Ausnahme der kleinen Pyramiden bei Esne, welche *Prokesch* sah,) nur in Mittel-Aegypten?
4) Wie kommt es, dafs ihnen die Bildwerke, Hieroglyphen und Farben fehlen, mit welchen sonst alle Aegyptischen Bauwerke überreich bedeckt sind?
5) Woher rührt überhaupt ihre offenbar fremdartige Form?
6) Wie ist es endlich zu erklären, dafs bei ihnen Form und Idee im Widerspruch stehen?

In der den Pyramiden zum Grunde liegenden Idee ist nämlich offenbar ein Emporstreben zu erkennen: man kann sich unter einer Pyramide nur einen emporstrebenden Bau denken. Man begreift kaum, wie die Erbauer der ersten Pyramiden etwas anders wollen konnten, als ein Emporstreben, wenn auch unbewufst, auszudrücken. So fanden wir auch die Pyramidalform in Indien; die Aegyptischen Pyramiden dagegen zeigen statt dessen ein gewaltiges Niederdrücken. Sie haben nämlich (mit Ausnahme der gestuften, bei Saccarah, welche vier Fünftheil der Grundlinie zur Höhe hat) nur den dritten Theil oder zwei Drittheile, und wenn man der Diagonale gegenübersteht, nur ein Viertheil bis zur Hälfte der Basis zur Höhe.

So kann das Auge gemächlich zum Gipfel hinanblicken, und wird, anstatt sich von diesem, wie bei einem schlanken und hohen, besonders absatzförmigen Pyramidalbau, wo der Blick von Stufe zu Stufe gewaltsam emporgeführt wird, leicht hinauf zu den Wolken des Himmels erheben zu können, von den schweren Massen am Fuſse immer wieder zurück und zur Erde herniedergezogen. Die Aegyptischen Pyramiden sind nichts als ungeheure steinerne Todtenhügel: „Auge und Seele fühlten das Gewicht der unge„heuern Masse auf sich lasten," sagt ***Prokesch*** über den Eindruck, welchen die Pyramiden von Gizeh (ziemlich die höchsten) aus der Nähe auf ihn machten.

Ueber den Zweck der Pyramiden ist man ziemlich allgemein einverstanden: Es sind *Gräber!* So sagen uns die Nachrichten der Alten; so beweiset es ihre Lage mitten in dem öden Todtenfelde von Memphis; so beweisen es die Hunderte und Tausende von Gräbern in ihrer nächsten Umgebung und mit noch gröſserer Bestimmtheit die im Innern gefundenen Särge. Es waren die Gräber Einzelner. Das geht aus den wenigen Grabhallen hervor, die jede der geöffneten Pyramiden barg; (für Mann und Frau): es waren die Grabmäler von Königen. Niemand anders konnte so ungeheure Massen errichten. Es waren ferner *nur* Gräber; denn für die von Einigen angenommenen Nebenzwecke (Mysteriendienst, astronomische Beobachtungen) ist das Innere nicht passend. Warum hätte man den Zugang nur 3 bis 4 F. breit und hoch gemacht, wenn man nicht gradezu die Absicht hatte, das Innere unzugänglich zu machen? und eine solche Absicht kann nur bei Grabmälern vermuthet werden. Eben so wenig würde man die lebensgefährlichen (vielleicht erst später) in die Bekleidung eingebauenen Treppen erstiegen sein, um vom obern Plateau astronomische Beobachtungen anzustellen, da man solches eben so bequem von den Pylônen aus thun konnte. Neuerdings ist *v. Bohlen* *) wieder mit der Meinung hervorgetreten, daſs die Pyramiden zwar Gräber, aber nicht von Königen, sondern mythische Grabmale des Osiris waren. Dem widerspricht indessen wohl ebenfalls ihre Unzugänglichkeit, da doch wohl die Priester einen Zugang zum Innern bedurft hätten; ferner mit Bestimmtheit die Anhäufung der Pyramiden auf einen Fleck, und daſs sie in Ober-Aegypten ganz fehlen.

---

*) Das alte Indien, Th. 2. S. 206. — *v. Bohlen* sagt auch nur S. 209; sie sind sicherlich keine Fürstengräber.

Man hält die Pyramiden für die ältesten Bauwerke Aegyptens, weil sie keine Hieroglyphen tragen. (Das eine Beispiel zu Saccarah wird, eben wie die Nachrichten *Herodots* von Inschriften, mit Recht übersehen.) Man könnte einwenden, dafs dieser Umstand wahrscheinlich einen anderen Grund gehabt habe, vielleicht einen religiösen, weil man ja sonst hier, eben so wie bei den andern Bauwerken, die Hieroglyphen nachträglich hätte einbauen können. Ein solcher Grund ist aber wohl nicht denkbar, indem alle sonstigen Todtengrüfte und Särge mit Hieroglyphen geschmückt und geheiligt sind. Wie aber, wenn das Innere vielleicht schon damals unzugänglich gewesen wäre und man aufserhalb die Bildwerke nicht hätte nachträglich anbringen wollen, indem die Pyramiden ohne bedeutende Schwierigkeit doch nur am Fufse erreichbar waren, weiter hinauf aber ohnedies die Figuren auf den so sehr schiefen Flächen in entstellender Verkürzung erschienen wären. Hat *Abdallalif* wirklich Hieroglyphen und Figuren am Fufse der Pyramiden gesehen, so wäre solches ein Beweis gegen die Voraussetzung, dafs man bei den Pyramiden Figuren nicht anbrachte, aber zugleich ein Beweis für die Meinung, dafs es nachträglich geschahe; denn sonst würde man sie weiter hinauf wohl auch nicht weggelassen haben. Und wie, wenn man lieber die eigenen Bauwerke und die der nächsten Vorfahren, mit welchen man vollauf zu thun haben mochte, hätte schmücken wollen, als diese alten längst vergessenen Bauwerke. Auch liegt hierin ein Beweis, dafs die Pyramiden nicht Gräber des Osiris waren; denn sonst hätte man schwerlich später unterlassen, wenigstens im Innern Hieroglyphen einzubauen. So viel ist sicher, dafs die Pyramiden bei Gizeh älter sein müssen, als die davor sitzende Sphinx, also als die Zeit Thotmoses III, dessen Ring die Sphinx auf der Brust trägt. Es ist ferner wahrscheinlich, dafs damals schon die Beisetzung in Pyramiden ein veralteter Gebrauch war; denn sonst, oder wenn überhaupt ihr Zweck ein anderer, namentlich ein religiöser gewesen wäre, hätten die kunstliebenden Rèmesiden wohl ebenfalls ähnliche Bauwerke hinterlassen; sie begnügten sich aber mit Ausschmückung der Vorhöfe, u. s. w. Der überzeugendste Beweis von einem sehr hohen Alter der Pyramiden aber liegt in ihrer schmucklosen Bauart, verbunden mit einem ungeheuern Kraftaufwande. Völker, welche so prachtvolle und reichgeschmückte Tempel und Palläste baueten, konnten solche rohe Bauwerke, wie die Pyramiden, nur in sehr frühen Zeiten ausgeführt haben.

Herodot giebt uns von den bedeutendsten Pyramiden die Namen

der Erbauer an. Nach der gewöhnlichen Weise sind jedoch von ihm die Namen gräcisirt und die Nachricht gewährt keinen Anhalt. Die Pyramide des Labyrinthes, welche später besprochen werden soll, ist indessen hier auszunehmen. *Herodot* sagt auch, daſs die Erbauer der ersten Pyramide Gotteslästerer gewesen seien; daſs die Aegypter ihre Namen nicht ohne Haſs ausspräehen und der Pyramide verächtlicherweise den Namen des Philitis, eines Hirten, gäben, der zu dieser Zeit seine Heerden in jenen Gegenden geweidet habe. Diese Verachtung kann freilich nicht zu allen Zeiten Statt gefunden haben; denn sonst würde man schwerlich die vielen Gräber in der Nähe, die augenscheinlich aus späterer Zeit herrühren, hier gemacht haben, und die Pharaonen Thotmoses III. und Rèmeses III. hätten sich wohl nicht mit der Verschönerung der Umgebungen befaſst. Es scheint indessen doch aus jener Nachricht hervorzugehen, daſs die Pyramiden von fremden Eroberern gebauet sind; welches zugleich ihre abweichende Form und die fremdartige Bestimmung auf einzig genügende Weise erklärt. Der in der *Herodot*ischen Nachricht enthaltenen Andeutung mit dem Hirten Philitis folgend, halten Mehrere, und darunter *Minutoli,* die Hyksos, welche vor Thotmosis Mittel-Aegypten unterjocht hatten, und aus welchem kriegerischen Hirtenvolke die siebzehnte Dynastie des Manetho hervorging, die nach seiner Angabe 103 Jahre herrschte, für die Erbauer. Es sprechen für diese Annahme in der That triftige Gründe. Die an den Küsten Klein-Asiens und weit herum in jenen Gegenden verbreiteten Todtenhügel konnten allenfalls wohl die Idee zu den Pyramiden hervorrufen; der Wunsch, in dem eroberten Lande stolze und zugleich dem heimathlichen Brauche entsprechende Denkmäler zu hinterlassen, welche noch dazu eine erwünschte Gelegenheit darboten, die unterdrückten Einwohner dauernd zu beschäftigen, war ganz natürlich. Der Umstand endlich, daſs sich fast nur bei Memphis, eben dem von den Hyksos eroberten Landstriche, Pyramiden finden, scheint im hohen Grade schlagend. Gleichwohl stellen sich andrerseits dieser Meinung überwiegende Widersprüche entgegen. Einmal war der Uebergang von dem aus Erde aufgeschichteten kegelförmigen Todtenhügel zu der regelmäſsig aus Stein gebauten, mit polirtem Granit und Marmor bekleideten vierseitigen Pyramide keineswegs so leicht; die rohen Nomaden selbst konnten solche Bauwerke nicht errichten: bedienten sie sich aber der Aegyptischen Baumeister, so lassen sich die in den Pyramiden vorkommenden eigenthümlichen Constructions-Arten in der Ueberdeckung

der Gänge und Kammern nicht erklären. Zweitens müssen zur Zeit der Hyksos die Hieroglyphen schon bekannt gewesen sein; denn es findet sich schon der Name Osortasen auf den Monumenten, und es fände ihre Abwesenheit in den Pyramiden nur allenfalls darin eine sehr gezwungene Erklärung, dafs die Anwendung der geheiligten Schrift auf den Bauwerken der Unterdrücker im Geheim von den Priestern hintertrieben worden wäre. Drittens war die kurze Regierungszeit der Hyksos von 103 Jahren, oder selbst nach Josephus 160, nicht hinreichend, um alle jene Riesendenkmäler, deren ungefähr 40 noch erkennbar sind, zu errichten, zumal weil die Hyksos nur einen Theil Aegyptens inne hatten und von den Pharaonen zu Theben schwerlich unbelästigt blieben. Endlich aber hätten die nächsten Aegyptischen Herrscher, die Thotmosen und Rèmesiden, welches ja eben die Vertreiber der Hyksos waren, sich schwerlich bewogen gefunden, die Denkmäler ihrer verhafsten Feinde noch mit Zugaben, wie z. B. der Sphinx und dem Vorhof zu der einen Pyramide von Gizeh, zu verschönern; wiewohl freilich auch die Sphinx und jene Hofwände noch aus der Zeit der Hyksos stammen und die Sieger ihnen nur ihre Namen als Zeichen ihres Sieges aufgedrückt haben könnten.

Seitdem wir die zahlreichen Pyramiden Aethiopiens, und Indien als das unbezweifelte Stammland dieser Bauwerke kennen gelernt haben, ist es fast nicht mehr zu bezweifeln, dafs die Pyramiden-Form auf demselben Wege wie alle Baukunst und Bildung nach Aegypten gekommen sei. Es kann jedoch nicht zu gleicher Zeit, nicht bei der ersten Einwandrung geschehen sein; denn theils würde dann die *Herodoti*sche Sage von dem Hafs der Aegypter gegen die Pyramiden-Erbauer verdächtig sein, theils müfsten sich in Nubien und Ober-Aegypten ebenfalls Pyramiden finden. Da nemlich oben bei Nubien nachgewiesen wurde, dafs und warum dort keine Pyramidalgräber mehr errichtet wurden und wie man allmälig zu dem Gebrauche, die Todten in Höhlen zu bestatten, überging, so läfst sich kein Grund denken, warum man so tief im Lande diese Bauart, und noch dazu in so ungeheuerem Maafsstabe, wieder hervorgesucht und ausgeführt haben sollte. So bestätigt sich denn also die bereits von *Heeren* *) aufgestellte Vermuthung, dafs die Pyramiden die Werke derjenigen 18 Aethiopischen Pharaonen sind, welche nach *Herodots* Angabe lange vor Sesostris über

*) Ideen, Th. 2. Abth. 2. S. 198.

Aegypten herrschten. Die Vermuthung erhält eine sehr bestimmte historische Bestätigung durch *Manetho*, welcher die Erbauung der grofsen Pyramide schon in die vierte Dynastie setzt und diese Dynastie eine Memphitische, aber aus einem fremden Hause, nennt. Sie allein giebt auch allen scheinbaren Widersprüchen und Zweifeln eine genügende Auflösung. Die Aethiopischen Eroberer hatten ganz dieselbe Veranlassung zum Bau der riesenhaften Denkmäler, wie die Hyksos; nur mit dem Unterschiede, dafs sie in ihren heimathlichen Grabdenkmälern ein bestimmteres und genaueres Vorbild hatten. Das höhere Alter erklärt den Mangel der Bildwerke und Hieroglyphen; denn die wenigen Reliefs, welche sich an den Eingängen der Aethiopischen Pyramiden zeigen, können später verfertigt worden sein; vielleicht auch sogar die Bauwerke selbst. Die Pyramiden finden sich nur bis Memphis, weil nach *Manetho* hier die Aethiopische Dynastie ihre Residenz hatte; sie wurden, als fremdartige Bauten, nicht nachgeahmt, aber sie wurden zur Zeit der Thotmosen und Rèmesiden, wo längst aller Hafs gegen die fremden Herrscher, wenn er je stattgefunden, erloschen sein mufste, als ehrwürdige Denkmäler aus grauer Vorzeit geachtet; und da man an sie selbst Hand anzulegen Bedenken trug, so wurden ihre Umgebungen verschönert, nachdem wohl schon früher in ihrer heiligen Nähe die allgemeinen Grabstätten nach Aegyptischem Gebrauch als Katakomben eingerichtet sein mochten. Jener Hafs aber, dessen *Herodot* erwähnt, mochte wieder später, nach der zweiten Unterjochung Aegyptens durch den Aethiopier Sabaco gegen 800 v. Chr., erwachen; welche Unterjochung zu *Herodots* Zeit noch in frischem Andenken war. Vielleicht auch war in Meroë der Pyramidenbau fortwährend üblich geblieben; und so könnten auch wohl mehrere der Aegyptischen Pyramiden, namentlich die gestufte, mit Hieroglyphen, bei Saccarah, und vielleicht noch einige andre, namentlich die kleinern, auch wohl die aus ungebrannten Ziegeln bestehenden, denen man kaum ein sehr hohes Alter zutrauen möchte, und darunter die Pyramide des Labyrinths mit ihren Thiergebilden, von Sabaco und dessen nächsten Nachfolgern, vielleicht bis zur Dodekarchie 671 — 656 v. Chr. hin, welcher *Herodot* die Pyramide des Labyrinths zuschreibt, herstammen.

Wir haben in Indien die Pyramidalform als Grundform für die heiligen Gebäude angetroffen und ihre Entstehung als dunkeln und ganz natürlichen Ausdruck des kindlich zur Gottheit emporstrebenden Gemüthes erklärt. Bereits in Aethiopien scheint die Grund-Idee verloren gegangen und

die Pyramide nur zu Grabmälern angewendet worden zu sein. Gewifs wissen wir es freilich nicht, ob nicht anfänglich auch dort Pyramidaltempel erbauet wurden; wir haben es indefs nicht wahrscheinlich gefunden. Auch die Form war wohl nicht mehr so emporstrebend, und überhaupt abweichend; denn schon hier fing der eigenthümliche finstre Aegyptische Geist an, im Stillen seine ersten Keime zu treiben. Aber ein noch gröfserer Abstand findet zwischen den Aethiopischen und Aegyptischen Pyramiden statt; denn natürlich prägte sich jener Geist im eigentlichen Aegypten weit schärfer und schneller aus. Dennoch darf uns jene Abweichung nicht befremden. Die Aethiopischen Pharaonen in Memphis bedienten sich sehr natürlich Aegyptischer Baumeister; sie schrieben ihnen die einfache Form nur im Allgemeinen vor; die Baumeister befolgten sie ebenfalls nur im Allgemeinen, und so kam es, dafs sie unwillkürlich den fremdartigen Bauwerken den eigenthümlichen Geist ihrer Baukunst einprägten, zumal da solches ohne wesentliche Abweichung von der Form geschehen konnte und von den Herrschern gewifs nicht einmal bemerkt wurde. So wurden denn aus den kleinern emporstrebenden Grabpyramiden jene riesenhafte, niedergedrückte, steinerne Todtenhügel, und so sind wir berechtigt, auch diese, ihrem Ursprunge nach fremdartigen Bauwerke, als ächt Aegyptische anzusehen.

§. 66.
Die Spuren von Gewölben bei den Aegyptern.

Die für die gesammte Baukunst so wichtige Construction der Gewölbe, ohne welche namentlich der emporstrebende Bau nie zur Reife hätte gedeihen können, haben wir, in ihrer Entstehung, bereits bei den Pelasgern verfolgt; auch schon früher darauf hingewiesen, dafs die ersten Keime davon bei den Indern aufgesucht werden müssen. Auch bei den Aegyptern finden sich nun wieder Beispiele und Andeutungen solcher Uebergangs-Constructionen. Zuerst die Construction mit sparrenartig zusammengestellten Platten und die mit allmälig übergekragten Steinen überdeckten Kammern und Gänge im Innern der Pyramiden; die sparrenartig ausgehauenen Decken in den Felsenkammern zu Beni-Hassan, welche sehr alt sind, in der Nähe der Pyramiden liegen und den Kammern in denselben nachgebildet zu sein scheinen; eben so die ausgehöhlten Grabkammern bei Theben; ferner, in weiterer Ausbildung, die aus drei und fünf wagerechten,

allmälig vorgeschobenen und unten rund ausgehauenen Quaderschichten gebildeten, eine Wölbung darstellenden Decken im Memnonium zu Abydos und in der am Libyschen Gebirge sich anlehnenden kleinen Ruine bei Medinet-Abû und Gournu. Endlich finden sich auch wirkliche Gewölbe*), deren Steine mit Hieroglyphen bedeckt sind, namentlich viele aus getrockneten Backsteinen gewölbte, 7½ F. breite, doppelt und dreifach neben einander hinlaufende Gänge, hinter und neben der Ruine zu Gournu; dann ähnlich überwölbte Grabkammern in mehreren Katakomben und in der Pyramide zu Saccarah.

Die Gewölbe in den Katakomben sind befremdend; es sei denn, daſs die Kammern aus dem Felsen hervorragten und so der Ueberdeckung bedurften. Gewiſs aber hätte man zu den Gewölben in diesem Falle keine ungebrannten Ziegel genommen, wenn solche gleich bei weitem fester waren als die unsrigen. Sollten die Katakomben, wie es wahrscheinlich ist, tiefer im Felsen liegen, so kann man sich diese nutzlosen Einwölbungen, noch dazu mit so leichtem Material, nur als später aus unbekannten Gründen verfertigt denken, so schwierig auch die spätere Wölbung sein mochte. Jedenfalls scheinen sowohl diese Gewölbe, seien sie jünger oder gleich alt mit den Katakomben, als auch die Gewölbe über der Erde erst aus der Römerzeit herzustammen; in welcher Zeit die Hieroglyphen ja auch noch allgemein angewendet wurden.

Anders ist es mit jenen Uebergangs-Constructionen. Diese weisen auf eine ältere Zeit zurück; denn die Römer hätten jedenfalls förmlich gewölbt. Bei den Pyramidenkammern brauchen wir nach der fremdartigen Entstehung nicht zu fragen; und so bleiben uns denn nur die zwei Constructionen zu Abydos im Gebirge bei Theben übrig. Diese einzigen Beispiele können uns aber nicht bestimmen, eine weitere Ausbildung der Kunst des Wölbens bei den Aegyptern anzunehmen; vielmehr scheinen sie, wie die Constructionen in den Pyramiden (denn auch jene beiden Monumente scheinen sehr alt zu sein, vielleicht älter als die Regenten, deren Ringe sie tragen), nur einzelne, nicht verstandene Anklänge an eine fremdartige Bauart zu sein.

Genug, die Aegypter machten keine weitere Anwendung vom Wölben, und sie konnten es auch nicht (so wenig wie die Griechen), ohne den

*) *Minutoli*, Reise zum Tempel des Jupiter Ammon, S. 233, 260.

Charakter ihres Baustyls zu verändern. Sie hatten den Hallenbau ergriffen, und mit diesem vertrug sich die Wölbung nicht.

§. 67.
Charakter der Aegyptischen Baukunst.

Grade der zuletzt gedachte Umstand war für die Baukunst günstig. Es kam darauf an, die frühere, aus dem Höhlenbau entsprungene phantastische Willkür bei der Bildung der Formen zu verlassen, der Baukunst ihre eigenthümliche Basis mit Begründung auf die statischen Bildungsgesetze zu geben, und aus einer, in schrankenloser Spielerei sich ergötzenden, der Kindheit des Menschengeschlechts angehörenden allgemeinen Formenkunst, eine ernste, eigentliche Baukunst heraus zu bilden. Dies aber konnte zunächst nur mit dem einfachern Hallenbau und nur dann gelingen, wenn man sich lediglich auf ihn beschränkte. Den Aegyptern gebührt unbezweifelt das Verdienst, den ersten Riesenschritt auf dieser neuen Bahn zur Vollendung gemacht zu haben, und wir dürfen es nicht bedauern, dafs darunter andere wichtige und selbst höhere Vorzüge verloren gingen.

Der Ausdruck statischer Bildungsgesetze in den Formen der Aegyptischen Baukunst läfst sich nachweisen:

1) Aus dem einfachen oblongen Grundplan;
2) Aus der grofsen Einfachheit der Formen und der steten Wiederkehr derselben Form bei demselben Zwecke;
3) Aus der Verbannung der willkürlichen Verzierungen;
4) Aus der bei allem und so grofsem Sculpturen-Reichthum dennoch unverkennbaren Unterordnung der Bildhauerwerke unter die Architektur; welches vornehmlich freilich noch sehr unvollkommen durch das flache Relief geschah;
5) Aus der Verjüngung der Mauern, wenigstens in so fern dieselben neben anderen, weniger hierher gehörigen, zum Theil entgegengesetzten Eigenschaften, einen festeren Stand ausdrückt;
6) Hauptsächlich aus der stets wiederkehrenden einfachen Construction der unmittelbaren Unterstützung einer wagerechten Belastung durch lothrechte Stützen, also durch Säulen, Pfeiler oder Mauern;
7) Endlich daraus, dafs die Erbauer ihren Höhlen (Gräbern) keinen eigentlich architektonischen Schmuck gaben.

Allerdings fehlt viel daran, daſs sich die statische Bedeutung überall deutlich ausspräche, wie es später bei den Griechen der Fall war: allein wie konnte auch der erste Schritt sogleich zur Vollendung führen!? Es war vorerst vollkommen genügend, die statische Bedeutung nur in den Hauptformen festzustellen, wenn auch selbst hier oft noch sehr undeutlich und im Widerspruch mit manchen Details. Es ist ferner zu entschuldigen, wenn die aus der neuern Tendenz folgenden Eigenschaften, wie z. B. die Einförmigkeit, die Armuth an architektonischen Zierden, zu weit getrieben sind.

Wie die Aegypter dazu kamen, die neue Bahn einzuschlagen, was wohl jedenfalls ohne deutliches Bewuſstsein geschah: das haben wir bereits in einem frühern Paragraphen erörtert. Der tiefe Ernst ihres Charakters befähigte sie dazu; die einfacheren Formen der Nubischen Felsentempel bereitete sie dazu vor, und mit dem Eintritt in Aegypten, also grade mit dem Beginn eines neuen Lebens-Abschnittes, fingen sie wahrscheinlich an, sich lediglich auf den Bau über der Erde und zwar auf den Hallenbau zu beschränken.

Die Charakter-Eigenschaften des Aegyptischen Baustyls gehen unmittelbar aus den Andeutungen hervor, welche wir bei der Beschreibung der Einzelnheiten gegeben haben.

Der Charakter des *Tief-Geheimen* und eines *strengen, düstern Ernstes,* welchen die Anordnung der Tempel ausspricht, wird durch die fast *plumpe Schwere* und die *Einförmigkeit* der einzelnen Formen verstärkt und näher bestimmt. Die gewaltigen Massen dehnen sich unermeſslich *neben* einander aus, aber es fehlt an jedem Emporstreben; es zeigt sich vielmehr in den schweren, geböschten Mauern, die eher Last als Stütze zu sein scheinen, in dem schweren Hohlkehlengesimse, bei dem mangelnden Fuſsgesimse und der geringen Höhe, ein gewisses *Niederdrücken*, so weit ein solches in der Architektur möglich ist; die Gebäude scheinen tief in die Erde hinunterzugreifen. So geht, bei aller colossalen Gröſse, dennoch die Erhabenheit, welche sich sonst so gern mit ihr verbindet, gröſstentheils verloren. *Grazie* fehlt der Aegyptischen Kunst ganz; überall ist die Masse vorherrschend vor der Form, und diese ist steif und dürftig. Selbst die bemalten Reliefs vermögen diesen Eindruck nicht aufzuheben; höchstens zu mildern.

In *eine* Form concentrirt, und darum noch deutlicher, sprechen die

Pyramiden den Aegyptischen Geist aus. Wie dies bei diesen fremdartigen Bauwerken möglich war, und warum wir sie in Betracht ziehen dürfen, ist im vorigen Paragraph erörtert worden. Bewacht von dem riesigen Sphinxen-Colofs, erheben sie sich in der öden, von Felsen umschlossenen Sandwüste, von der jede Spur des Lebens vertilgt zu sein scheint, gewaltig, ungeheuer, und dennoch nicht nach oben, sondern nur mit ihrer doppelt so breiten Grundfläche tief in die Erde hineinzeigend. Mit furchtbarer Deutlichkeit verkünden diese riesenmäfsigen steinernen, starren Todtenhügel, die fast nur Masse und wenig Form zeigen, die *Vernichtung* durch den Tod, ohne an die *Auferstehung* zu erinnern; für ewig scheinen sie zugleich mit dem Körper die Seele festhalten zu wollen!

Alle diese Charakter-Eigenthümlichkeiten, in Verbindung mit der statischen Formenbedeutung, folgten aus dem Geiste und dem ganzen Sein der Aegypter. Der melancholisch-düstre Ernst erschuf die statische Bedeutung, gab den Reliefs die steife, starre Haltung, verscheuchte die sonstigen gefälligen Zierden und steigerte die Einfachheit bis zur Einförmigkeit. Aus dem bis zum Fremdenhafs gesteigerten Stolze ging die Riesengröfse der Bauwerke hervor, welche, gleich der wunderbar saubern Glättung des Steines und der zarten Ausführung der Bildwerke, durch die ausharrende Geduld des Volkes möglich gemacht wurde. Wie in der Religion das Heilige sich in das Dunkel der Mysterien hüllte und hinter den Symbolen versteckte und verschwand: so wurde auch in den Tempeln die kleine dunkle Zelle im Innersten durch zahllose Anbaue und Vorbaue und hinter geheimnifsvoll und reich beschriebenen und bemalten Mauern vor Aller Augen streng verborgen. Der dumpfen Schwermuth, in die eine solche Priesterlehre das Volk eigennützig hinabdrückte, entsprach die niederdrückende Schwere der Bauformen, und die Geistesarmuth und vorherrschende Sinnlichkeit, welche eine nothwendige Folge davon sein mufste, fand eine sehr deutliche architektonische Sprache in dem überwiegenden Verhältnifs der Masse zur Form. Die beiden letztern Eigenschaften, das *Niederdrücken* und das *Vorherrschen der Masse vor der Form,* sind in dem Verhältnisse zur ganzen Geschichte der Baukunst besonders hervorzuheben nöthig; sie erklären, warum jene Massen den Geist des Beschauers niederdrücken, statt ihn zu erheben, und warum sie bei aller colossalen Gröfse keine wahre Erhabenheit ausdrücken; sie geben den innern Grund des einstigen Verfalles zu erkennen. Man hat es bildlich vor Au-

gen, wie beide Eigenschaften bei fortgesetzter Ausbildung die Bauwerke zuletzt in unförmliche Mauerntrümmer verwandeln mufsten.

Dennoch wird, in so vollkommener Uebereinstimmung mit dem Clima, den Umgebungen, Sitten und Gebräuchen, mit der ganzen Nationalität erdacht und ausgeführt, selbst das Abentheuerliche, das Steife, das Einförmige, kurz Alles, was man aus einem andern Gesichtspuncte als den unsrigen, Fehler nennen möchte, in gewisser, freilich beschränkter Hinsicht, zur Vollkommenheit. Man mufs gestehen, dafs ohne jene anscheinenden Fehler, und durch andere, wenn gleich geschmackvollere Formen, der eigenthümliche Geist des Volkes und seiner Religion nicht so deutlich ausgesprochen werden könnte. Man fühlt es deutlich, wenn man in den innern Geist dieser Baukunst eindringt, dafs die Aegypter nicht anders bauen konnten und durften. Nur dann erst, wenn man sich zu einem allgemeineren und höheren Standpunct erhebt, tritt das Bild der Aegyptischen Kunst, wie des ganzen Seins und Strebens dieses Volkes, in den Schatten zurück.

§. 68.
Untergang der Aegyptischen Kunst.

Die Kunst der Aegypter ist wohl die einzige, welche ihre Blüthenzeit so lange (über 1500 Jahre) ohne gänzlichen Verfall überlebt hat. Sie verdankt solches dem starren Festhalten an den althergebrachten Formen, der Jahrtausende langen consequenten Ausbildung; besonders aber wohl eben ihrer wunderbaren Uebereinstimmung mit dem Geiste des Volkes und Landes. Alle fremden Völker: die Griechen, welche sonst doch ihre eigene Bildung weithin verbreiteten; auch die spätern Römer, haben in Aegypten, einschliefslich Nubien und Aethiopien, das damals schon dazu gehörte, Aegyptisch gebauet, ohne indessen doch den Versuch zu machen, die fremde Bauart auch bei sich zu Hause einzubürgern; sie würden, wenn sie auch nicht durch die hohe Meinung von der eigenen Kunst davon abgehalten worden wären, gefühlt haben, dafs jene Kunst nur in Aegypten ihren Werth und ihre Bedeutung habe.

Schon, und zwar spätestens seit dem Aethiopier Sabaco, ging in Aegypten die Kunst und Bildung rückwärts. Unter den Ptolemäern bekam sie zwar einen neuen Aufschwung; allein sie wurde fremdartig; die hinzugezogenen Griechen hielten zwar die alten Formen fest, wufsten jedoch

mit bewundrungswürdig feinem Tact und ganz unmerklich das Steife zu mildern und den starren Formen einen Reiz zu geben, den man ihnen zum Vorwurf zu machen kaum den Muth hat; sie haben unleugbar die Aegyptische Kunst verschönert, aber auf Kosten des eigenthümlichen Geistes, der in den ältern Werken geheimnifsvoll webet. Die Römer gingen nach und nach in den Aenderungen weiter, und bei ihrer eigenen Kunst-Armuth ging nun auch sowohl die Kraft der ältern Blüthenzeit als die Grazie der Griechen verloren, bis endlich in sehr später Zeit mit dem Volke zugleich die letzten Reste Aegyptischer Kunst in Folge äufserer Unterjochung ihren Untergang fanden.

Bei all dieser Consequenz der Aegyptischen Kunst zeigt sich, aus jenem höhern Standpuncte, dessen wir im vorigen Paragraph erwähnten, betrachtet, deutlich der innere Grund ihres Verfalls, dem sie indessen auch wohl ohne allen äufsern Einflufs entgegen gegangen wäre. Wir wollen die Aegyptische Kunst nicht mit der Griechischen vergleichen: das wäre unbillig; aber selbst gegen die Kunst des Stammlandes, gegen die der Inder, tritt sie in den Schatten.

Wohl nahm die Baukunst auch bei den Indern vom Anfang an, d. h. sobald sie den Höhlenbau verliefs, eine falsche Richtung an, und schon eine blofs oberflächliche Vergleichung der einfach ernsten und gewaltig ergreifenden Bauwerke Aegyptens mit den reinen Indischen Formen, der langen ununterbrochenen Gliederungen einerseits und der ausschweifend reich und phantastisch gestalteten, durch Verzierung erdrückten Indischen Gebäude andrerseits, fällt überwiegend zum Vortheil der erstern aus. Wird jedoch der Kern von der Schale entkleidet, wird nach der Grund-Idee des Styls gefragt, so finden wir hier das Emporstrebende, dort das Niederdrückende, hier einen, wenn auch übel angewandten Formenreichthum, dort Armuth an Form und Vorherrschen der Masse. Bei den Indern ist die Form, bei den Aegyptern aber die Idee verfehlt. Dennoch leuchtet zum Vortheil der Aegypter ihr früher erörtertes Verdienst, der Baukunst in den statischen Gesetzen ihre eigenthümliche Basis gegeben zu haben, unleugbar hervor, wenn gleich, wie wir es später zu entwickeln Gelegenheit haben werden, die statische Bedeutung der Formen eine mehr sinnliche als geistige Eigenschaft der architektonischen Schönheit ist.

Es mag hier noch gelegentlich bemerkt werden, dafs im Grunde genommen jede äufsere Ursach des Verfalls mit der innern im Zusammen-

hange steht. So lange der Character eines Volkes derselbe bleibt, erhält sich auch, allen äufsern Unterdrückungen zum Trotz, der Kunststyl. Nicht die Eroberung und Zerstörung eines Reichs, nur die ihr allmälig folgende Entartung des Volks-Characters bringen der Kunst den Untergang. Aber auch dann trifft der Verfall nur das Aeufsere und Oertliche; die Idee, und darauf kommt es ja besonders an, wenn sie anders dem unendlichen Ziele des menschlichen Daseins entspricht, rettet sich aus den Trümmern zu andern Völkern hinüber und sucht fortwährend sich auszusprechen und die Kunst der Vervollkommnung näher zu führen. Nur da geht der Geist zugleich mit der localen Form verloren, wo er ein trügerischer, ein Geist der Unwahrheit war. — So ging der Aegyptische Baustyl zwar in Vergessenheit unter: die eine seiner Grund-Ideen aber, welche den dauernden und allgemeinen Werth der Wahrheit hatte, die Idee, nach statischen Gesetzen die architektonischen Formen zu bilden, blühete herrlicher und schöner bei den Griechen wieder auf.

(Die Fortsetzung folgt.)

2.

Neuere Nachrichten von der Benutzung des Asphalts beim Bauen.

(Von Herrn Ingenieur-Hauptmann *Perrin.*)

(Aus dem *Mémorial de l'officier du génie. No.* 13. *Paris* 1840.)

Vorbemerkung des Herausgebers des gegenwärtigen Journals. Da der Asphalt auch in hiesiger Gegend, so wie in Deutschland überhaupt, allmälig allgemeiner bekannt und benutzt zu werden anfängt, so dürften Nachrichten auch von Anwendungen desselben in Frankreich, von woher man ihn meistens erhält, nicht ohne Interesse sein. In der That kann die Verbreitung der Bekanntschaft mit der Benutzung dieses so nützlichen Naturproductes nicht genug gefördert werden. Wäre der Asphalt auch nur allein zur Bedeckung flacher Dächer tauglich, so wäre schon sein Nutzen *sehr* grofs. Die flachen Dächer werden zuverlässig der gesammten Häuser- und Gebäude-Baukunst eine neue Gestalt geben; denn die Gebäude, besonders die Häuser, werden durch sie nicht allein unvergleichlich *schöner,* sondern auch *bequemer* und *annehmlicher, fester* gegen Stürme und Witterung, ja selbst, im Verhältnifs der Kosten zu dem Werth der umschlossenen Räume, *wohlfeiler* (weil die Räume unmittelbar unter den flachen Dächern viel besser *brauchbar* sind, als die unter den spitzen Dächern), so wie auch sogar schon etwas *weniger feuergefährlich,* weil zu den flachen Dächern wenigere und nicht so starke Hölzer nöthig sind, als zu den steilen. Zur Bedeckung der flachen Dächer aber ist der Asphalt ein, wenn auch jetzt noch etwas *theueres,* so doch auch *zuverlässiges* und *dauerhaftes* Material. Schon wegen dieses seines Nutzens, und noch mehr wegen seines vielfachen andern Gebrauchs, ist daher der Asphalt für die Baukunst ein in der That recht wichtiger Gegenstand, und daher werden Nachrichten über die allmälige Vervollkommnung seines Gebrauchs nicht ohne Nutzen sein.

In dem *Mémorial de l'officier du génie* finden sich mehrere solche Nachrichten. Da nun diese Schrift, welche auf Kosten der Französischen Regierung gedruckt wird, gar nicht in das Publicum kommt, sondern aus-

schliefslich für das dortige Ingenieur-Corps bestimmt ist: selbst nicht einmal Exemplare davon gegen andere *Französische* technische oder sonst wissenschaftliche Journale ausgetauscht, sondern dergleichen nur an einzelne auswärtige Behörden und einige wenige Personen verschenkt werden, und also im gröfsern Publicum ihr Inhalt nicht bekannt sein kann: so glauben wir, dafs es den Lesern des gegenwärtigen Journals nicht unangenehm sein werde, wenn wir ihnen hier von den in dem *Mémorial* enthaltenen Nachrichten über den Gebrauch des Asphalts in Frankreich, wenigstens die *neusten,* vom Jahre 1840, in der Uebersetzung mittheilen. Bei dieser Uebersetzung sind zugleich, wie es das gegenwärtige Journal aus den öfter angegebenen Ursachen sich zur Regel gemacht hat, nicht blofs die Worte, sondern auch Maafse, Gewicht und Geld übertragen und zwar auf *Preufsische* reducirt worden.

Abhandlung des Herrn Capitain Perrin.

Man findet über den Asphalt in diesem Memorial schon mehrere Nachrichten. Der früheste Aufsatz, von dem Herrn Bataillons-Chef *Soyer* in No. 5. S. 184, bezog sich auf den Asphalt von Seyssel. Man findet darin zwar die Fabrications-Art der Masse beschrieben, aber nicht das Verhältnifs des Asphalt-Kalksteins zum Erdharze, und auch keine Details über die Art der Behandlung der Masse in den Kesseln; desgleichen ist das angegebene Verfahren nicht das *jetzt* übliche.

Der zweite Aufsatz, von dem Herrn Obrist-Lieutenant *Delaage* in No. 7. S. 57; handelt erstlich von einem eigenthümlichen Verfahren, um eine Mischung von Erdpech und Steinschlag zu verfertigen, aus welcher man Tafeln macht, welche neben einander hingelegt und durch die gleiche Masse verbunden werden. Zweitens von einem Verfahren, um die Pflaster und Bedeckungen von Gewölben vermittelst einer Mischung von Pech und zerstofsenen und gesiebten Dachsteinen, in den Fugen zu verbinden.

Der dritte Aufsatz, von dem Herrn Hauptmann *Moreau* in No. 8. S. 163, der ausgedehnteste von allen, enthält eine Menge interessanter Bemerkungen, handelt aber nicht von Dachdecken, Fufspfaden u. s. w.

Endlich, der letzte Aufsatz, in No. 9. S. 179 (vom Jahre 1827), welcher Nachricht von der Benutzung des Asphalts zu Mauer-Ueberzügen

und Verbindung der Fugen von Mauerwerk und Holz giebt, vervollständigt das, was sich *damals* über den Gegenstand sagen liefs.

Jetzt, wo die Benutzung des Asphalts immer allgemeiuer wird, bedient mau sich desselben auch noch zu Zimmer-Fufsböden und zur Pflasterung der Ställe und Höfe. Die Stadt Paris läfst nicht allein Fufspfade in den Strafsen von Asphalt machen, sondern denselben auch zur Verschönerung der Boulevards und des Concordien-Platzes anwenden.

Der gegenwärtige Aufsatz wird den Gegenstand aus demjenigen Puncte der Vervollkommnung, bis zu welchem er jetzt gediehen ist, abzuhandeln suchen. Man wird der Kürze wegen das in den obengenannten Artikeln Enthaltene nicht wiederholen; auch nicht von der in No. 7. und 9. des Memorials gedachten Art von Decken sprechen. Zuerst werden die Bestandtheile der verschiednen Mastixe angegeben werden; hierauf ihre Verhältnisse in den Mischungen, und darauf der Gebrauch dieser Mischungen.

Von den bituminösen Mastixen.

Es kommen zwei Arten dieser Mastixe in den Handel. Die eine Art ist aus asphaltischen Kalk und Erdpech *(bitume)* zusammengesetzt; die andere aus Steinkohlentheer, wie er sich bei der Fabrication von Leuchtgas absondert, und aus Weifs von Meudon *(blanc de Meudon)*. Um die letztere Art zu verfertigen, entzieht man dem Theer seine öligen Theile und verbindet den Ueberrest *(brai)* durch das Feuer mit Weifs von Meudon, einem sehr mürben Kalk in dem Verhältnifs von 1 zu 3. Da der Asphalt-Mastix von Seyssel bis jetzt am meisten benutzt worden ist, so werden wir uns mit demselben insbesondere beschäftigen. Was darüber zu sagen ist, wird sich auch auf die Mastixe von Dax, Lobsann u. s. w. anwenden lassen.

Der bituminöse Mastix von Seyssel kommt, wie es sein Name anzeigt, aus den Gruben von Seyssel, auf der östlichen Kette des Jura, im Departement de l'Ain, aus der Pyrimont genannten Gebirgs-Region. Er besteht aus 93 Theilen Asphaltgestein, durch das Feuer mit 7 Theilen Bitumen verbuuden, welches sich ebenfalls in den Gruben von Seyssel findet. (S. No. 5. des Memorials S. 184 und 185.) Das Asphaltgestein selbst enthält 9 bis 10 Procent Bitumen und ein wenig Thon.

Der Cubik-Fufs Asphaltgestein wiegt 149 Pfund; der Cubik-Fufs gereinigtes Bitumen 57⅔ Pfund und der Cubik-Fufs bituminöser Mastix 142⅔ Pfund.

Der Mastix aus Asphaltgestein und Erdpech ist viel theuerer als der aus Steinkohlentheer und Weiſs von Meudon. Der erstere kostet in Paris 2 Thlr. 18⅓ Sgr., der andere 1 Thlr. 19⅓ Sgr. der Centner. [Das macht, zufolge der obigen Angabe des Gewichts, resp. 3 Thlr. 12 Sgr. und 2 Thlr. 4 Sgr. für den Cubik-Fuſs; also, da der Mastix etwa ½ Zoll dick zu einer Dachdecke aufgetragen wird, etwa resp. 4¼ und 2⅔ Sgr. für den Quadrat-Fuſs Dachdecke. D. H.] Die Preise und ihr Verhältniſs zu einander sind aber stets und sehr veränderlich.

Die zahlreichen Anwendungen, die von den beiden Arten Mastix in Paris gemacht worden sind und fortwährend gemacht werden, werden entscheiden müssen, welche von beiden Arten den Vorzug habe. Folgendes sind Unterscheidungs-Kennzeichen derselben. *Erstlich,* der Mastix von Seyssel, welcher bis jetzt für den besten gehalten wird, sieht fetter aus, als der mit Steinkohlentheer. *Zweitens;* der erste giebt auf Ziegel einen gelben, der andere einen schwarzen Fleck. *Drittens:* 4,6 Linien dick gegossen, läſst der zweite, wenn man die Tafel biegt, ein leises Krachen hören; der erste nicht. *Viertens,* hat der zweite einen stärkern, unangenehmeren und dauernderen Geruch als der erste.

Mastix-Ueberzüge.

Diese Ueberzüge oder Güsse werden aus beiden Arten Mastix auf gleiche Weise gemacht. Die folgende Beschreibung bezieht sich auf den Mastix von Seyssel; aber sie paſst auch eben sowohl auf den andern Mastix. Indessen ist zu bemerken, daſs man zu dem Seysselschen Mastix nach der Schmelzung Bitumen von Seyssel und zu dem andern Mastix entölten Steinkohlentheer zusetzen muſs.

Es giebt dreierlei Arten der Ueberzüge oder Decken. Die erste besteht aus Mastix und Bitumen; die zweite aus Mastix, Bitumen und Sand, welcher nach dem Guſs, wenn er noch heiſs ist, auf die Oberfläche desselben geworfen wird; die dritte ebenfalls aus Mastix, Bitumen und Sand, von welchem letztern aber ein Theil sogleich dem schmelzenden Mastix und Bitumen hinzugethan wird, während man den übrigen Sand, wie bei der zweiten Art, auf die Oberfläche wirft. Der ersten Art bedient man sich zur Bedeckung der Gewölbe *(chapes);* der zweiten Art zu Dachdecken *(couvertures);* der dritten zu Fuſsböden *(aires).*

Material zu den Ueberzügen.

Das Verhältnifs des Mastix zum Bitumen bleibt beinahe dasselbe, man mag Sand zusetzen, oder nicht. Wir werden daher nur die dritte Art beschreiben; was denn auch auf die beiden andern passen wird.

Folgendes sind die Bestandtheile in einem Fufsboden, der im December 1835 in einer der Stuben der ersten Etage der Caserne de l'Assomption, rue neuve de Luxembourg zu Paris, ausgeführt worden ist. Der Gufs war $\frac{1}{2}$ Zoll dick; die Fläche betrug 1066 Quadratfufs. An Sand wurde verbraucht 2600 Pfund, an Mastix 4781 Pfund, an Bitumen $75\frac{3}{4}$ Pfund. Dies giebt auf den Quadratfufs 2,44 Pfund Sand, 4,49 Pfund Mastix und 0,07 Pfund oder 2,24 Loth Bitumen. Die 2,44 Pfund sind der Sand zusammengenommen, welcher theils zu der schmelzenden Masse hinzugethan, theils nach dem Gusse auf die Oberfläche desselben geworfen wurde. Und da die Arbeiter im Durchschnitt zu je 128 Pfund Mastix 2 Pfund Bitumen und 45 Pfund Sand in die Kessel thaten, so ergiebt sich, dafs 1,59 Pfund Sand für den Quadratfufs in die siedende Masse und 0,85 Pfund auf die Oberfläche des Gusses gekommen sind.

Die Ergebnisse bei einem Fufsboden von 954 Quadratfufs grofs, der im Februar 1835 zu Vincennes in den südlichen Casematten gemacht worden ist, sind beinahe die nemlichen. Es waren zu diesem Fufsboden nöthig 2311 Pfund Sand, 4241 Pfund Mastix und $57\frac{2}{3}$ Pfund Bitumen; was auf den Quadratfufs 2,42 Pfund Sand, 4,45 Pfund Mastix und 0,06 Pfund oder 1,92 Loth Bitumen giebt.

Dafs diese Resultate nicht *völlig* die nemlichen sind wie die vorigen, kommt daher, dafs die Arbeiter während des Kochens der Masse nach dem Augenmaafs so viel zusetzen, als ihnen nöthig scheint, damit der Mastix in den gehörigen Flufs kommt, und auch mehr oder weniger Bitumen, je nach der Beschaffenheit der Mastix-Brode.

Wir werden für den Quadratfufs Mastixdecke von einem halben Zoll dick *im Durchschnitt* annehmen

2,43 Pfund Sand,
4,47 Pfund Mastix und
0,065 Pfund oder 2,08 Loth Bitumen.

[Fast ganz eben so viel Mastix und Sand ist hier zu einer unter den Augen des Herausgebers verfertigten Dachdecke aus Asphalt von Bastennes verbraucht worden. D. H.]

Zu den 954 Quadratfufs Fufsboden in Vincennes hat man im Februar 1835, in sehr ungünstiger Witterung, 1932 Pfund grofse Erdkohlen verbraucht, also 2,02 Pfund zu dem Quadratfufs. Zu einem andern Fufsboden von 1025 Quadartfufs, ebenfalls zu Vincennes, waren im Mai, in günstigerer Witterung, 1692 Pfund Kohlen nöthig, also 1,65 Pfund zu dem Quadratfufs. Damals hatte man noch Kessel, die 128 Pfund Masse fafsten. Jetzt hat man Kessel zu 192 bis 213 Pfund Masse; was viel Brennstoff spart. Im Juli 1836 hat man in der Militairschule, um 8840 Pfund Mastix zu bereiten, 2486 Pfund Kohlen verbrannt; was auf den Quadratfufs nur 1,25 Pfund Kohlen giebt. Wir werden diesen letzten Bedarf an Brennstoff, also

1,25 Pfund Kohlen zu dem Quadratfufs Mastix-Decke annehmen.

Arbeitslohn.

Um die 954 Quadratfufs Mastix-Decke zu Vincennes zu verfertigen, waren 8 Tage Arbeit und 4 Tage Hülfs-Arbeit nöthig; was für die Quadrat-*Ruthe* 1,208 Arbeits- und 0,604 Hülfs-Arbeitstage giebt, oder zusammen 1,812 Arbeitstage.

Zu dem 1025 Quadratfufs anderen Fufsboden in Vincennes waren 12 Arbeitstage nöthig, also 1,686 Tage zu der Quadratruthe.

In der Caserne de l'Assomption waren zu den 1066 Quadratfufs Fufsboden ebenfalls 12 Arbeitstage nöthig; also 1,621 Arbeitstage zu der Quadratruthe.

Neuere Arbeiten haben noch weniger Tage erfordert. Jetzt sind gewöhnlich 4, 5 bis 6 Arbeiter beisammen, je nachdem die Schmelzkessel von dem Gufsort entfernt stehen müssen; im Durchschnitt 5. Diese 5 Arbeiter bedienen 5 Kessel, von welchen einer zum Erwärmen des Sandes bestimmt ist. Die 4 andern Kessel, zum Schmelzen der Masse, fassen jeder 203 Pfuud Mastix und 3 Pfund Bitumen, ohne den Sand, der in die schmelzende Masse gethan wird. Zum Schmelzen und Giefsen sind 3 Stunden Zeit nöthig. Also können 5 Mann in 3 Stunden 4 mal 206 oder 824 Pfund Masse bereiten und giefsen, welche 182 Quadratfufs Decke ge-

ben. Mithin sind, den Arbeitstag zu 10 Stunden gerechnet, zu einer Quadratruthe Decke $\frac{3}{10} \cdot 5 \cdot \frac{144}{182}$ oder

1,2 Arbeitstage

nöthig.

Dieses sind die nöthigen Sätze, um die *Kosten* der Asphalt-Ueberzüge dritter Art, von ½ Zoll dick, unter den verschiedenen Umständen zu berechnen. Nemlich es sind dem Obigen zufolge zu der *Quadratruthe* nöthig:

350 Pfund gesiebter Sand,
644 Pfund Mastix,
9,4 Pfund Bitumen,
180 Pfund Kohlen,
1,2 Arbeitstage.

In Paris kostet:

Das Pfund Asphalt-Bitumen . . . . 2,25 Sgr.,
Das Pfund Asphalt-Mastix . . . . 0,712 Sgr.,
Das Pfund Kohlengas-Bitumen . . . 0,937 Sgr.,
Das Pfund Kohlengas-Mastix . . . 0,45 Sgr.,
Das Pfund gesiebter Sand . . . . . . 0,075 Sgr.,
Das Pfund Kohlen . . . . 0,187 Sgr.,
Ein Arbeitstag im Durchschnitt . . . 28 Sgr.

Demzufolge kostet ein Mastix-Ueberzug von ½ Zoll dick, wenn man noch 10 pr. C. für Werkzeuge und Verdienst des Unternehmers hinzurechnet:

	Die Quadratruthe	Der Quadratfufs
Von Asphalt-Mastix	20 Thlr. 28 Sgr. . . .	4 Sgr. 4,3 Spf.
Von Kohlen-Mastix	14 Thlr. 12 Sgr. . . .	3 Sgr.

In den Casernen von Paris bezahlt man

	Für die Quadratruthe	Für den Quadratfufs
Asphalt-Mastix	20 Thlr. 23 Sgr. . . .	4 Sgr. 4 Spf.
Kohlen-Mastix	13 Thlr. 6 Sgr. . . .	2 Sgr. 9 Spf.

[In Berlin bezahlt man jetzt für den Quadratfufs ½ Zoll dicken Ueberzug von Asphalt-Mastix von Bastennes 5½ bis 6 Sgr. D. H.]

Wenn der Ueberzug dicker oder dünner sein soll, als einen halben Zoll, so nehmen die Kosten im Verhältnifs der Dicke zu oder ab. Wäre die Dicke *ungleich*, wie z. B. auf einer nicht ebenen Unterlage, so müfste man *im Verhältnifs* mehr Masse berechnen.

Zu den Ueberzügen der *zweiten* Art, nemlich auf deren Oberfläche

nach dem Gufs Sand gestreut wird, sind in den Festungswerken von Lyon, wo Herr *Desmorel* dergleichen aus Asphalt von Seyssel 4,6 Linien dick hat verfertigen lassen, auf die *Quadratruthe* nöthig gewesen:

106 Pfund gesiebter Sand,
685 Pfund Mastix,
12 Pfund Bitumen,
203 Pfund Kohlen,
1,4 Arbeitstage.

Zu Ueberzügen der *ersten* Art, ebenfalls zu Lyon und 4,6 Linien dick, sind nöthig gewesen auf die *Quadratruthe:*

685 Pfund Mastix,
12 Pfund Bitumen,
173 Pfund Kohlen,
1,3 Arbeitstage.

In Paris, wo die Benutzung des Asphalts so zu sagen entstanden ist, sich weiter entwickelt hat und zu einem gewissen Grade der Ausbildung gelangt ist, contrahirt man über Asphalt-Arbeiten unmittelbar mit den verschiedenen Asphalt-Compagnieen, welche für die verschiedenen Arten der Arbeiten feste Preise haben. Wenn man anderswo Asphalt-Arbeiten nicht selbst, sondern durch Pariser Arbeiter verfertigen lassen will, mufs man zu den bestimmten Preisen die Kosten des Transports der Geräthschaften und der Arbeiter hinzurechnen.

In Gegenden, wo der Brennstoff nicht theuer ist, kann man das Asphaltgestein selbst rösten lassen; wie es bei den schönen Arbeiten auf dem Concordien-Platze zu Paris geschehen ist. Dann ist ein Kessel mehr auf die obigen fünf nöthig. In diesen Kessel wirft man das Gestein, nachdem es vorher in kleine Stücke zerschlagen worden ist. Nachdem es hinlänglich erhitzt worden, rührt man es stark mit einer dazu eingerichteten Schaufel um, wodurch es leicht in ein sehr feines Pulver verwandelt wird. Dieses Pulver kommt dann in die andern Kessel, mit einem Zusatze von 7 pr. C. Bitumen auf 93 pr. C. Pulver. Auf diese Weise erhält man die nemlichen Resultate, wie durch die vorher zubereiteten Asphalt-Brode.

Anwendung der Asphalt-Ueberzüge.

Dieselbe ist sehr einfach, und bleibt die nemliche, sei es zu Fufsböden oder Dachdecken, oder zur Bedeckung von Gewölben, und mag

man den Asphalt auf Béton, oder auf Gips, oder auf Leinewand, oder auf Fliesen gieſsen.

Zum Guſs muſs die Masse wie ein sehr dicker Brei aussehen. Sie wird dann zwischen eisernen Stangen gegossen, welche die Dicke haben, die man dem Ueberzuge geben will. Bei Güssen von bestimmter, z. B. kreisförmiger oder elliptischer Gestalt, bekommen auch die Schienen diese Form. Vermittelst einer Schaufel von eichenem Holze (Taf. I. Fig. 1.) breitet man die Masse aus und drückt sie von oben, aber ohne sie auf den Boden hinzu*ziehen;* was an der untern Fläche Lücken und Risse geben würde. Dazu ist ein geübter Arbeiter nöthig, weil davon die Haltbarkeit des Ueberzuges abhängt. Im Jahre 1836 bedienten sich die Arbeiter zur Ausbreitung der Masse der Rechen, die auf eiserne Lineale sich stützten. Dadurch mochte die obere Fläche des Ueberzugs noch ebener werden, als durch das jetzige Verfahren: aber das Verfahren hatte den Uebelstand, die Masse, wie oben bemerkt, auf den Boden hinzuschleppen. Auch die Rollen von gegossenem Eisen hat man aufgegeben, weil auch sie diesen Uebelstand zur Folge hatten.

Ein Arbeiter folgt mit einem Siebe voll wohl getrockneten Sandes Dem, welcher die Masse ausbreitet, streut den Sand auf die noch heiſse Masse und schlägt sie vermittelst eines Handschlägels Fig. 2. in dieselbe hinein, damit der Sand sich fest mit dem Asphalt verbinde und die Oberfläche mehr Festigkeit gegen die Einwirkung der Luft bekomme. Die Oberfläche sieht dann aus wie Granit. Die eisernen Schienen oder Chablonen werden hierauf durch Hammerschläge abgelöset und weiter hingelegt: entweder eine vor die andere, um einen Streifen zu verlängern, oder an die Seite, um einen neuen Streifen anzusetzen. Man macht die Streifen 28 bis 29 Zoll breit (0,75 Meter); welches hinreichend ist, um die Masse leicht auszubreiten.

Obgleich öfter 4 Stunden, auch wohl eine ganze Nacht zwischen der Fortsetzung einer Arbeit vergehen, so verbindet sich doch eine neu angegossene Masse sehr gut mit der ältern. An der Stelle, wo zwei Streifen an einander stoſsen, verstärkt man ihre Verbindung dadurch, daſs man die Fuge mit einem hölzernen Hammer schlägt. Heiſse Eisen aber muſs man vermeiden, weil sie die Masse verbrennen. Wird ein neuer Streifen an einen fertigen angesetzt, so legt man *nur eine* eiserne Chablone, an die *äuſsere* Seite des neuen Streifens: an der *innern* Seite dient der fertige Asphaltstreifen selbst zur Chablone.

Die Flächen, welche mit Asphalt-Ueberzügen bedeckt werden sollen, müssen sehr eben, ohne alle Höcker, möglichst horizontal und vor Allem sehr fest und widerstehend sein. Erstlich müssen sie *eben* sein, weil von der Ebenheit der Fläche, auf welche die Chablonen gelegt werden, die Ebenheit der mit ihr parallelen Oberfläche des Ueberzuges abhängt. Möglichst *horizontal* und ohne *Höcker* müssen sie sein, weil sonst der Asphalt, wenn er entweder einer sehr hohen Temperatur oder fortgesetztem Drucke nachgiebt, auf einer abhängigen Fläche hinunterweichen würde. Endlich müssen die Flächen sehr *standfest* sein, weil die Asphalt-Ueberzüge vermöge ihrer Elasticität jeden Druck, den sie empfangen, auf die Unterlage übertragen und also ihr Widerstand nur auf dem der Unterlage beruht. Daſs die Flächen vor dem Guſs sehr *trocken* sein müssen, ist an sich selbst klar.

Die *Dicke* der Asphalt-Ueberzüge hängt von ihrer Bestimmung ab. Den Decken auf Gewölben, Dächern, und in Wasserbehältern giebt man 4,6 Linien Dicke; den Fuſspfaden 6 Linien, wegen des Sandes, der zu denselben kommt. Auf Höfen und in Ställen gieſst man die Masse 9 bis 14 Linien dick.

Gewölbe, Decken und Terrassen.

Ueber Gewölben kann der Mastix entweder auf Leinewand, oder auf Mörtel, ohne Leinewand-Unterlage, gegossen werden. Beides ist gleich gut. Man muſs, wenn man Erde darüber schüttet, nicht unmittelbar auf die Asphalt-Decke Steine bringen, sondern vielmehr sehr feinkörnige Erde, weil sonst das Gewicht der Aufschüttung die Steine in den Asphalt eindrücken würde; woraus Lecken entstehen könnten. Auch muſs man die Gewölbe nicht eher mit Asphalt überziehen, als bis kein Setzen des Mauerwerks mehr zu befürchten ist. Zu Vincennes muſsten 1837 mehrere Gewölbe-Decken auf Casematten von Neuem gemacht werden, weil die Gewölbe bei dem Ansatz des neuen Mauerwerks an altes Risse bekommen hatten.

Auf Dächern und Terrassen kann der Asphalt auf eine Fläche von Gips oder Mörtel gegossen werden, die auf einem hölzernen Boden liegt; oder auch auf gebrannte thönerne Fliesen. Da diese letztere Art mehrere Schwierigkeiten hat, so wollen wir einige Arbeiten näher beschreiben, die Ende 1834 auf einem der Arsenal-Gebäude zu Douai ausgeführt wor-

den sind, wo die ältesten Dächer schon vom Jahre 1827 herrühren und noch keine Nachbesserung nöthig gehabt haben.

Die Sparren des unter einem Winkel von 18 Grad geneigten Daches standen 12,6 Zoll von Mitte zu Mitte von einander. [Es war also wahrscheinlich ein sogenanntes Fettendach, mit ganz dünnen Sparren über den horizontal liegenden Fetten. D. H.] Auf diese Sparren wurden 1 Zoll dicke und 2 Zoll breite Latten von nordischen Rothtannenholze, $7\frac{1}{4}$ Zoll von Mitte zu Mitte entfernt, genagelt. Die Latten wurden mit einer harzigen Masse angestrichen. Man erhielt dieselbe aus 293 Cubikzoll Leinöl, mit $3\frac{3}{4}$ Pfund Glätte zusammen gekocht. In den dritten Theil dieses Oels wurden 112 Cubikzoll Terpentin-Essenz gethan; in den andern zwei Drittheilen aber liefs man $19\frac{1}{3}$ Pfund Bitumen schmelzen, mischte darauf solches zusammen und erhitzte die Masse so weit, dafs sie mit dem Pinsel gestrichen werden konnte.

Auf die so angestrichenen Latten legte man thönerne, gebrannte Fliesen von $7\frac{1}{4}$ Zoll im Quadrat, welche einstweilen durch Stifte festgehalten wurden. Die ebene Seite der Fliesen wurde nach unten gelegt; die unebenere Seite, mit den gröfsten Fugen, nach oben. In die Fugen gofs man, so tief als möglich, Asphaltmasse und bediente sich dabei eines heifsen Eisens. Die übrige Masse wurde auf die Fliesen ausgebreitet. Endlich spannte man auf die entstandene ebene Fläche über die Fliesen Packleinewand, welche mittelst Nägel, durch die Fugen geschlagen, leicht angeheftet und ausgespannt wurde. Auf diese Leinewand gofs man einen $3\frac{1}{4}$ Linien dicken Asphalt-Ueberzug, schüttete auf denselben gesiebten Kies aus dem Boden der Seine und klopfte ihn, ehe die Masse erkaltet war, auf den Ueberzug fest. Die Dicke des Ueberzugs wurde durch $3\frac{1}{4}$ Linien dicke eiserne Schienen bestimmt. Die Forst, die Grade und die Kehlen an den Schornsteinen wurden über der Asphalt-Decke, nachdem sie vollendet war, noch mit 12 Zoll breiten und $3\frac{1}{4}$ Linien dicken Streifen einer zweiten Asphalt-Decke bekleidet. Diese Dachdecke ist durch Herrn *v. Sassenay* mit Asphalt von Seyssel ausgeführt worden. Der Quadratfufs hat, mit Inbegriff der angestrichenen Latten, der Nägel, der Fliesen, der Leinewand, des Kieses und aller Arbeiten, 9 Silbergroschen gekostet. Zu denselben Preisen sind aufserdem die Streifen auf dem Forst, den Graden und an den Schornsteinen berechnet worden; aber nur die halbe Fläche derselben. [Auf sehr flachen Dächern ist es wohl viel einfacher, so, wie man es hier

macht, Latten dicht neben einander, etwa nur $\frac{1}{4}$ Zoll weit von einander, über die Sparren zu nageln, auf dieselben Bieberschwänze, denen die Nasen abgeschlagen sind, in Lehm zu pflastern, und zwar einfach, wenn nicht auf dem Dache gegangen werden soll, und doppelt über einander, wenn man darauf will gehen können, und dann auf diese Bieberschwänze den Asphalt zu gieſsen. Die Leinewand und der Anstrich der Latten sind dann wohl überflüssig. Noch einiges Weitere über diese Art der Dachbedeckung wird in einem nächstens ſolgenden anderen Aufsatze mitgetheilt werden. D. H.]

Bei den Fuſspfaden auf der Brücke von Pecq, nahe bei St. Germain, ist man auf eine andere Weise verfahren, die auch bei Dächern mit Vortheil anwendbar sein dürfte, um solche weniger durch die Fliesen zu belasten. Nach dieser Art müſste man auf die Sparren Latten fast dicht neben einander legen und darauf Blätter von Strohpappe *(carton-paille)* nageln, deren untere Fläche vorher mit einer sehr dünnen Lage von Bitumen überzogen worden ist. Auf die Pappe wäre dann wie gewöhnlich der Asphalt zu gieſsen. [Aber ob die Pappe dauerhaft sein und nicht reiſsen würde, ist die Frage. D. H.]

Fuſsböden in Zimmern müssen auf Béton gegossen werden; doch kann es auch auf alten Fliesenböden geschehen, insofern sie nicht zu viel Unebenheiten haben, in welchen viel Asphalt verloren gehen würde. Da die Unterlagen der Asphalt-Ueberzüge, wie oben bemerkt, sehr standfest sein müssen, so passen sie nicht zu Fuſsböden auf *Balkendecken* in den verschiedenen Etagen, da sie auf denselben durch die Elasticität des Holzes bald leiden würden. [Doch wohl nur, wenn man die Decken so schwach macht, daſs sie sich unter den Füssen bewegen. Sind die Balken, wie gehörig, stark genug, so hat es auch wohl kein Bedenken, eine Asphalt-Decke darauf zu legen. D. H.]

Einer der Uebelstände der Asphalt-Fuſsböden ist, daſs schwere Sachen, die mit einer kleinen Grundfläche auf denselben stehen, wie Tische, Bänke, und besonders Bettstellen, sich darin eindrücken. Um dieses zu verhindern, hat der Entrepreneur von Fuſsböden zu Vincennes, wo an 41000 Quadratfuſs solcher Böden aus Steinkohlentheer-Asphalt gemacht worden sind, die Idee gehabt, die Stellen, wo die Bettstellen stehen, mit einem heiſsen Eisen zu glätten. Er hat geglaubt, die Fläche dadurch härter zu machen. Nach unserer Meinung aber dürfte das Glätten wenig

helfen und nicht gut sein. Das einzige Mittel dürfte sein, in den Mastix beim Schmelzen mehr Sand und weniger Bitumen zu thun. [Aber dann wird wieder die Masse zu spröde werden. Ganz einfach ist es ja aber, den Stuhl-, Tisch- und Bettstellfüßsen *breite Schuhe* zu geben, mit welchen sie sich nicht eindrücken können, etwa wie den Stühlen in Gärten auf bloßser Erde. So hat es der Herausgeber gethan, und der Erfolg ist ganz gut gewesen. D. H.]

Um zu verhindern, daßs das Wasser, welches etwa auf den Boden verschüttet wird, nicht zwischen den Fußsboden und die Wände durchdringe, mußs man vor dem Gußs des Asphalts den Wandputz am Fußsboden wegnehmen und den Asphalt-Gußs um etwa $\frac{3}{4}$ Zoll in die Mauer hinein treten lassen. Die Oefen in den Stuben müssen auf Platten von harten Steinen gesetzt werden.

Zu *Fußsböden* in *Höfen, Gartengängen,* und in *Ställen,* mußs der Asphalt ebenfalls auf Béton gegossen werden. Die Entrepreneurs von Seyssel geben im Winter dem Asphaltgußs ein Pflaster von Ziegeln oder Fliesen zur Unterlage. Aber diese Pflaster kosten mehr als der Béton und sind nicht fester.

In *Ställen* mußs man die Masse sehr hart gießsen, weil hier die Temperatur stark wechselt und die Pferde fast immer an denselben Stellen stehen und mit ihren Hufen den Fußsboden stark angreifen. Zum Abhange des Fußsbodens hält man ein Gefälle von 1 auf 50 für das beste. Auf diesem Abhange fließsen die Feuchtigkeiten gut ab und die Pferde stehen bequem und fest.

Zu Vincennes, nahe bei dem Pavillon des Königs, hat man auf dem Boden der *Latrinen* einen Asphaltgußs gemacht. Bis jetzt ist derselbe haltbar gewesen, und man glaubt, daßs auch die Abzüge so werden gemacht werden können.

Auch zu *Krippen* hat man den Asphalt mit Erfolg angewendet und ihn entweder auf Gips oder auf den alten Boden der Krippe gegossen. Wenn der Gußs gemacht ist, so verbindet man ihn nach Fig. 8. mit der Vorderwand der Krippe durch eine Leiste von Asphalt und mit der Mauer durch eine Leiste von Gips. Bei den zahlreichen Arbeiten dieser Art, die in der Militair-Schule ausgeführt worden sind, hat sich ergeben, daßs die Kosten wie folgt berechnet werden können. Man kann annehmen, daßs vier Arbeiter täglich 152 Quadratfußs Ueberzug machen; daßs 2 Cubikfußs

Holz nöthig sind, um 181 Pfund Masse zu bereiten; dafs diese Masse, erkaltet, 2236 Cubikzoll Ueberzug giebt, und dafs der Entrepreneur 10 pr. C. Zulage erhält. Das Bitumen, um die Masse in den Kesseln in Flufs zu bringen, kostet sehr wenig. Von den Asphaltleisten können vier Arbeiter täglich 64 laufende Fufs machen. Hierzu mufs man noch die Kosten der Gipsleisten rechnen und die Reparaturkosten der Krippe. [Der Herr Verfasser bringt diese Kostenberechnung in Formeln. Aber die Rechnungen sind so einfach, dafs man auch wohl ohne die Formeln auskommt, weshalb wir diese Formeln nicht hersetzen. D. H.] Den Ueberzug des Bodens der Krippen macht man 4,6 Linien dick; die Leisten 14 Linien breit und 18 Linien hoch. [Uebrigens möchten doch wohl die gewöhnlichen eisernen Krippen besser sein. D. H.]

Man hat auch in der Militairschule den Asphalt-Mastix zur Verdichtung der *Tränken* angewendet und ihn auf einen Boden von hydraulischen Mörtel, auch auf die alten eingeschnittenen und nachgehauenen Steine gegossen. Auf den Steinen ist der Gufs nicht so gut gelungen, als auf dem Boden von hydraulischen Mörtel.

In mehreren Pariser Casernen hat man sich auch des Asphalt-Mastixs zur Herstellung ausgetretener *Treppenstufen* bedient. Da dieses sehr gut gelungen ist, so wollen wir das dabei als das beste anerkannte Verfahren beschreiben. Man setzt nach Fig. 9. gegen die ausgetretene Stufe eine Futterstufe von 1 Zoll dick, welche man vermittelst Schienen, 1 Fufs von einander entfernt, befestigt. Je nachdem die ausgetretene Stufe von Stein oder Holz ist, werden die Schienen eingegossen oder angeschraubt. Um die Fläche, auf welche der Ueberzug gegossen werden soll, fest zu machen, läfst man die Futterstufe mit ihrem einen Ende in die Treppenwange, mit dem andern in die Wand des Treppenhauses ein. Um die Kante des Asphaltgusses zu schützen, schraubt man auf die Futterstufe eine 4½ Linien dicke und 9 Linien breite eiserne Schiene. Hierauf ebenet man die zu bedeckende Fläche mit Sand oder Gips und giefst den Asphalt-Ueberzug 4,6 Linien dick darauf, und zwar von der Art, wie zu Fufsböden und Fufspfaden.

In mehreren Festungen hat man *senkrechte Flächen von Futtermauern* mit gebrannten Steinen, in Asphalt gesetzt, bekleidet, um das Wasser von den Mauern der Casematten abzuhalten. Diese Bekleidung besteht aus über einander gesetzten gebrannten Steinen, deren Fugen mit

Mastix gefüllt sind. Zwischen die Mauer und die Bekleidung ist, so wie die letzte fortrückte, Mastix gegossen worden, in welchen sich die Bekleidung einfutterte. Die vielfältigen Arbeiten dieser Art zu Lyon haben folgende Resultate ergeben.

Zu der *Quadratruthe* Bekleidung mit flach gelegten Ziegeln und einem 4,6 Linien dicken Asphaltgufs zwischen der Bekleidung und der Mauer und mit Fugen von 2¼ Linien dick, waren nöthig:

905 Pfund Asphalt-Mastix,
36 Pfund Bitumen,
170 Pfund Steinkohlen,
2,1 Arbeitstage.

Zu der *Quadratruthe* gleicher Bekleidung, wenn auch noch die äufsere Seite der Ziegel 2¼ Linien dick mit Mastix überzogen wurde, waren nöthig:

1238 Pfund Asphalt-Mastix,
48 Pfund Bitumen,
212 Pfund Steinkohlen,
2,6 Arbeitstage.

In den letzten Jahren hat man sich nicht begnügt den Asphalt blofs zur Bedeckung von Dächern etc. anzuwenden, sondern ihn auch zum *Pflaster* auf den Strafsen von Paris zu benutzen gesucht. Die verschiedenen Versuche mit solchen Pflastern auf den Boulevards, am Eingange der Strafsen Lafitte, Lagrange-Batelière und Richelieu, an der Kirche St. Roch, in der Strafse St. Honoré und am Eingange des Platzes Concorde, von den Champs-elysées her, sind indessen nicht sonderlich gelungen. Die Versuche in den *Ställen* der Militairschule dagegen haben bis jetzt guten Erfolg gehabt. Daher wollen wir diese letzteren Pflaster etwas näher beschreiben.

Es sind dazu Blöcke aus Quarzstücken, *caillasse* genannt, gemacht worden, die in einer Form vermittelst Bitumen mit möglichst kleinen Zwischenräumen so verbunden wurden, dafs sie ihre glatten Flächen nach aufsen kehrten. Diese voraus bereiteten Blöcke wurden auf eine Bettung von Sand gesetzt und die 4,6 Linien breiten Fugen zwischen den Blöcken mit Bitumen ausgefüllt. Die Blöcke des Herrn *Desmorel* waren 11½ Zoll lang und breit und 3⅗ Zoll dick; die Blöcke des Herrn *Aulnette* 12½ Zoll lang und 4⅕ Zoll dick; andere, ebenfalls von *Aulnette*, 5⅗ Zoll lang und 2½ Zoll dick. Die daraus verfertigten Pflaster sind seit einem Jahre ohne alle Beschädigung geblieben, obgleich die Ställe beständig gebraucht wur-

den. Der Bericht der Verwaltung an die Behörde sagt darüber Folgendes. „Das Pflaster ist *erstlich* durchweg fest, läfst sich bequem, schnell und vollkommen reinigen, und die Feuchtigkeit fliefst gut ab. *Zweitens;* die Ratten und Mäuse können nicht darin eindringen. *Drittens,* haben die Pferde keinen schiefen Stand darauf, da die Oberfläche gleichförmig ist; auch lassen sie sich auf dem glatten und schlüpfrigen Boden leicht führen. Dagegen stehen *erstlich* die Pferde auf diesem Pflaster weniger fest, als auf dem gewöhnlichen; und *zweitens* bildet sich in nassem und feuchtem Wetter auf den steinigen Theilen aus den Auswürfen der Thiere eine Rinde, auf welcher sie ausgleiten können und die sie zu Muskel-Anstrengungen dagegen zwingt."

Unserer Meinung nach ist diese Pflasterungs-Art noch nicht genug vervollkommnet, um zu Strafsen anwendbar zu sein, die von schweren Fuhrwerken befahren werden. Sie scheint uns nur allenfalls zu Böden in den Ställen zu passen, wo sie blofs den Tritten der Pferde zu widerstehen hat. Man müfste dazu weniger Bitumen nehmen, da dieses blofs dazu bestimmt ist, die harten Bestandtheile mit einander zu verbinden. Je härter die Steinstücke in den Pflasterblöcken sind: je besser werden die Pflaster werden. Da es schwierig sein würde, sie zu behauen, um glatte Flächen zu bekommen, so nimmt man nur ganz kleine Stücke. Zu den gewöhnlichen Pflastern aber nimmt man den harten Sandstein, welcher in Paris der härteste Stein ist, der sich ohne zu grofse Kosten behauen läfst. Und da diese Pflastersteine, selbst wenn man sie in hydraulischen Mörtel setzt, bald lose werden und dann in Ställen die Feuchtigkeiten durch die Fugen in die Erde dringen und einen Sumpf erzeugen, dessen Ausdünstungen den Pferden schädlich sind, so hat man auch versucht, die Fugen der zum Pflaster bestimmten Sandsteine mit Bitumen zu füllen.

Dem gemäfs hat man in diesem Jahre mehrere Pflaster solcher Art in der Militairschule, so wie in der Caserne am Quai d'Orsay gemacht: theils aus neuen, theils aus alten, an den vier Seiten nachgehauenen Pflastersteinen; und zwar auf folgende Weise. Zuerst setzten die Pflasterer die Steine auf eine neue Sandbettung, und so, dafs die Fugen, möglichst gleichförmig, 4,6 Linien weit waren. Diese Fugen füllten sie mit Sand aus, damit sich die Steine nicht verschieben möchten. Hierauf wurden von Asphalt-Arbeitern die Fugen mit einer glatten eisernen Stange so tief wiederum aufgeräumt, als man sie mit Asphalt füllen wollte; dies geschah

mit der Vorsicht, nicht sehr hoch über die Steine zu gießen; und endlich wurden die überstehenden Nähte weggenommen. [Der Herr Verfasser giebt hier wieder eine *Formel,* um das zu einem solchen Pflaster nöthige Bitumen zu berechnen. Sie kommt darauf hinaus, daſs man den Inhalt der Fugen zu suchen hat, je nach der Gröſse der Pflastersteine, und daſs man wegen der Rauhigkeit der Steinflächen 6,9 statt 4,6 Linien für die Breite der Fugen setzen muſs. Die Berechnung hat aber auch ohne die Formel keine Schwierigkeit. D. H.] Für Pflastersteine von $7\frac{2}{3}$ Zoll lang und breit, wie die zu Paris, findet sich, daſs zu jedem Zoll Tiefe der Fugen 238 Pfund Bitumen zu der Quadratruthe Pflaster nöthig sind. In der Militairschule hat man die Fugen in ihrer ganzen Tiefe mit Asphalt ausgefüllt; in der Caserne d'Orsay dagegen nur 2 bis $2\frac{1}{3}$ Zoll tief; welches man für hinlänglich hielt. Um 100 Pfund Asphalt zu bereiten, ist etwa 1 Cubikfuſs Holz und zu einer Quadratruthe Pflaster sind 24 Cubikfuſs Sand zur Bettung und 2 Arbeitstage von Asphalt-Leuten nöthig.

Man hat auch vorgeschlagen, statt der Pflastersteine aufrecht gestellte *Holzklötze* zu nehmen, nach (Taf. I. Fig. 10.). Dergleichen Klötze sind $11\frac{1}{2}$ Zoll hoch, $7\frac{2}{3}$ Zoll lang und $3\frac{4}{5}$ Zoll breit. An der Oberfläche sind sie an zwei Seiten auf 4 Zoll hoch und 4,6 Linien breit ausgepfalzt, um den Asphalt aufzunehmen. Ehe man sie pflastert, überzieht man sie durch Eintauchen in geschmolzenen Asphalt mit dieser Masse. Darauf setzt man sie neben einander auf eine vorherbereitete Bettung von Sand, und ebnet sie, wo es nöthig, mit einer Handramme. Hierauf gieſst man den Asphalt in die Fugen und dann noch eine dünne Lage von Asphalt über die ganze Fläche. Die Gesellschaft für *granitischen Asphalt* läſst diese Pflaster durch den Zuschnitt der Klötze sehr fest machen. Ihr zufolge können aus solchen Klötzen, durch angemessene Verbindung derselben, auch Wände, die leicht aufzusetzen und zu versetzen sind, und sogar ganze Häuser aufgebaut werden.

Auf der Straſse von Versailles, am Eingange der Elysäischen Felder, nahe an der Brücke von Grenelle, hat man eine Chaussée von Kieseln und Asphalt gemacht und sie *elastische* Chaussée genannt. Die Idee und ihre Ausführung ist von Herrn *Polonceau.* Um diese neue Art *Mac-Adam*scher Chausséen zu würdigen, muſs man sehen, ob ihre Haltbarkeit mit den höhern Kosten im Verhältniſs stehen werde.

(Der Schluſs folgt.)

3.

Ueber die Fundamentirung der Gebäude auf Sand.

(Zwei Aufsätze von den Herren Ingenieur-Capitainen *Moreau* und *Niel*, im *Mémorial de l'officier du génie:* der erste Aufsatz vom Jahre 1832, aus dem 11ten Bande, der zweite vom Jahre 1835, aus dem 12ten Bande des Mémorials. Mit einigen zusätzlichen Bemerkungen des Herausgebers des gegenwärtigen Journals.)

Vorbemerkung des Herausgebers.

Die feste Fundamentirung der Gebäude aller Art, seien es Landgebäude; oder Schleusen, Brücken, Futtermauern u. s. w., ist eine der wichtigsten und in weichem Boden eine der schwierigsten Aufgaben für den Architekten. Fundament und Dach bei Landgebäuden sind diejenigen Theile eines Gebäudes, welche der meisten Sicherheit und Haltbarkeit bedürfen. Für die *Dächer* der Landgebäude ist bei der fortschreitenden Vervollkommnung der Technik in neuerer Zeit Vieles und Wesentliches durch die Möglichkeit sie *flach* zu machen und dicht zu bedecken geschehen. Die *Fundamentirung*, welche ebenfalls in den schwierigen Fällen, und zwar nicht blofs bei Landgebäuden, sondern bei *allen* Bauwerken gleichfalls noch sehr der Vervollkommnung bedarf, kommt nun gleichsam an die Reihe. Um Gebäude auf einen Boden zu gründen, der so weich ist, dafs er kein Mauerwerk trägt, ohne dasselbe so tief und ungleich einsinken zu lassen, dafs daraus zerstörende Risse entstehen können, hat man in der Regel keine anderen practicablen Mittel, als entweder mit dem Fundamente bis auf den festen Boden hinunter zu gehen: oder die Mauern auf Pfeiler in eingesenkten Brunnen und auf Bogen zu setzen: oder sie auf einen Pfahlrost zu setzen, der bis in den festen Boden reicht; oder auf einen liegenden Rost. Die bis auf den festen Boden hinunter reichenden Fundamente sind aber oft ungemein kostbar und zuweilen gar nicht ausführbar, weil es unmöglich ist, das Grundwasser zu wältigen. Die versenkten Brunnen sind ebenfalls sehr kostbar, und doch unsicher, schon deshalb, weil sie die Last nicht, wie es sein sollte, auf eine gröfsere, sondern eher auf eine kleinere Fläche vertheilen. Hölzerne Roste sind überhaupt nur dann an-

wendbar, wenn sie so tief liegen, daſs sie nie trocken werden, weil sonst das Holz leicht durch den Wechsel der Nässe und Trockenheit zerstört wird. Man könnte zwar noch die liegenden Roste von Holz, die, wenn sie nicht bloſs unter die Wände, sondern unter das ganze Gebäude hindurchgehen, eine groſse Tragkraft besitzen, durch eine Tafel aus Béton-Masse ersetzen, wie sie z. B. der Herr Hofbaurath *Braun* hieselbst im 1sten Hefte 3ten Bandes dieses Journals vorgeschlagen hat: allein auch dieses Fundamentirungs-Mittel, das ebenfalls schon zu den neuen, noch wenig versuchten Vervollkommnungen der Fundamentirungskunst gehört, bekommt doch nur erst seine vollkommene Festigkeit, wenn es stets feucht bleibt; und dann fragt sich, ob nicht noch eine andere Art möglich sei, die *wohlfeiler* ist; denn der Béton ist an vielen Orten *sehr* theuer, und man wird wohl nur dann seine Zuflucht dazu nehmen, wenn andere Fundamentirungs-Arten *noch* theurer sind. Eine fast überall wohlfeilere Fundamentirungs-Art, und die zugleich eben so im Trocknen wie in der Nässe fast gleich gut ausführbar ist, scheint allerdings möglich zu sein, und das ist die *auf Sand.* An der Ausführbarkeit derselben ist kaum mehr zu zweifeln, selbst den Ausspruch des Sprichworts ungeachtet: „Daſs schlecht bauete wer auf Sand gebaut hat." Daſs ein so einfaches Mittel in vielen Fällen das bessere sein und daſs ein so schnödes Material wie der Sand, doch in vielen Fällen so wesentliche Dienste zu leisten im Stande sein solle, kann freilich einige Befremdung erregen; aber dem wird weniger so sein, wenn man sich erinnert, daſs man gewöhnlich auf das Einfachste zuletzt kommt und daſs auch öfters das Unbeachtete seinen Werth hat.

Die Idee, auf Sand zu fundamentiren, ist freilich noch sehr neu, und es sind gewiſs noch viele Versuche nöthig, ehe man mit Sicherheit derselben wird folgen dürfen, und ehe *durch Erfahrung* ausgemittelt sein wird, wie man am besten dabei verfahre. Aber die Versuche, welche bis jetzt damit angestellt worden sind, geben allen Grund, den besten Erfolg zu hoffen und zu erwarten. Wir theilen hier zwei ausführliche Berichte über dergleichen Versuche mit, die, wie man finden wird, von groſsem Interesse sind, und die also wenigstens vielleicht Anlaſs und Aufforderung sein werden, die Versuche weiter fortzusetzen. Wir hätten noch, als drittes Stück, einen Auszug aus einer vortrefflichen Abhandlung des berühmten *Poncelet* über die Stabilität der Futtermauern und ihrer Fundamente beifügen können: allein der Auszug würde nicht ganz verständ-

lich sein, wenn er sich nicht über die ganze Abhandlung ausdehnte. Wir lassen ihn weg, da es vorbehalten bleibt, in diesem Journale mehreres Wichtige aus dieser Abhandlung, wenn nicht die Abhandlung selbst, mitzutheilen. Am Schlusse wird der Herausgeber dieses Journals noch einige zusätzliche Bemerkungen und Erwägungen beifügen.

Erster Aufsatz von dem Herrn Capitain Moreau, vom Jahre 1832; vom Mémorial im Auszuge geliefert.

Unter den im Jahre 1830 angeordneten Militair-Bauwerken zu Bajonne war die Vorhalle einer Wache und eine gemauerte Traverse. Der Baugrund war weich und man gedachte anfänglich die Bauwerke auf einen hölzernen liegenden Rost zu setzen. Der Capitain *Gauzence* aber, mit der Ausführung beauftragt, bediente sich statt des Rostes einer hineingeschütteten Sandmasse. Diese Fundamentirung ist vollkommen gelungen. Schon seit lange hatte der Capitain *Ronmy* die Gründung auf Sand, als die in *Surinam* allgemein gebräuchliche, empfohlen; woselbst die gröfsten Gebäude durchweg auf sehr weichen Boden gebaut werden müssen.

Da die Fundamentirung auf Sand in vielen Fällen vortheilhaft sein kann, so will ich beschreiben, wie man in Bajonne dabei verfuhr. Auch werde ich noch andere Versuche mit dieser Fundamentirungs-Art beschreiben, die man mit gutem Erfolge in dem Artillerie-Zeughause daselbst gemacht hat; desgleichen einige Erfahrungen über den Druck, den der Sand, in Behältern eingeschlossen, auf den Boden und die Wände derselben ausübt. Diese letzteren Erfahrungen haben Beziehung auf die Fundamentirung auf Sand und können, bis man noch mehr Versuche damit gemacht haben wird, einigermaafsen zur Beurtheilung der Erfolge dienen, welche man von Fundamenten auf Sand erwarten darf; so wie der nöthigen Vorsichtsmaafsregeln.

§. I.

Die Fundamentirungs-Art, welche der Hauptmann *Gauzence* befolgt hat, ist höchst einfach. Fig. 1. und 2. Taf. II. stellen einen Theil der Vorhalle vor, deren Pfeiler anfänglich auf einen liegenden Rost gesetzt werden sollten. Er liefs den Boden 3 F. 2 Z. tiefer ausgraben, als die Fundamente

hinunter reichen sollten. Diese Gruben liefs er mit Sand ausfüllen und denselben mit Handrammen feststampfen. Darauf setzte man die Fundamentbankette *M* und *N*, die aus gewöhnlichen Bruchsteinen in gewöhnlichem Mörtel gemauert waren, und auf diese die Sockel *P* von behauenen Steinen. Ehe man einen Pfeiler aufführte, belastete man den Sockel mit 400 Ctr. Blei; welches Gewicht keine Einsenkung hervorbrachte. Nach dieser Probe führte man das übrige Mauerwerk auf und bedeckte die Halle. Dieses im October 1830 vollendete Mauerwerk hat sich bis jetzt (März 1831) noch gar nicht gesenkt, während eine der Giebelmauern des nemlichen Wachtgebäudes, die man auf das alte Fundament gesetzt hatte, noch nicht aufgehört hat zu sinken.

Man kann annehmen, dafs hier jede der Sandmassen etwa 200 Ctr. zu tragen hat. Der Boden ist bis in eine grofse Tiefe aufgeschwemmter Schlamm.

Die Figuren 3., 4. und 5. stellen die Traverse vor, deren Mauern man gleichfalls auf Sand gesetzt hat: ganz auf die Weise, wie die Pfeiler des Wachthauses. Auch dieser Versuch ist vollkommen gelungen, während man z. B. an der Courtine Queue de loup, deren Mauern sehr unfest sind, gesehen hat, dafs sich dergleichen hier auf dem aufgeschwemmten Boden nicht ohne Rost fundamentiren lassen. Die Mauern der Traverse belasten den Sand mit ungefähr 6 Ctr. auf den Quadratfufs.

Auf ganz verschiedene Weise ist man mit der Fundamentirung auf Sand bei dem Artillerie-Zeughause verfahren.

Der Boden ist auch hier durchweg bis auf eine grofse Tiefe schlammig. Im Jahre 1825 hatte man ein Gebäude ohne Pfahlrost bauen wollen. Man mufste aber die Mauern, wegen der Risse, die sich darin zeigten, wieder abtragen. Andere Gebäude setzte man auf Roste. Das Holz ist aber in Bajonne sehr theuer, und die Pfähle in den Rosten verfaulen, weil der Wasserstand im Boden bei der Ebbe und Fluth wechselt. An fichtenen Pfählen wenigstens zeigte sich davon ein auffallender Beweis bei der Herstellung des Bastions *Saut*. Man fand hier an den Escarpen, 3 F. tief, kleine Pfähle von $5\frac{3}{4}$ Zoll dick, die wahrscheinlich eingeschlagen worden waren um den Boden festzuhalten, so verfault, dafs man sie mit der Schaufel wie Erde zerschneiden konnte. Unter der Façe eines Bastions fand man einen fichtenen Rost, dessen Balken $11\frac{1}{2}$ Zoll dick waren, so zerstört, dafs sich die Balken durch sieben oder acht Schläge mit einer stumpfen

Axt zerschlagen liefsen. Unter diesen Umständen fiel der Herr Obrist *Durbach* auf den Gedanken, die Pfähle durch *Sandpfeiler* zu ersetzen und machte damit vorher folgende Versuche.

Erster Versuch. Man setzte auf Garten-Erde einen Würfel von Mauerwerk. Zuerst rammte man den Boden mit einer 1 Ctr. schweren Ramme, welche 4 Mann in Bewegung setzten. Darauf legte man eine dünne Schicht Sand und setzte auf diese die erste Schicht Werkstücken, von $4\frac{1}{2}$ Fufs lang und breit und auf diese zwei andere Schichten kleinere, die letzten 27 Zoll lang und breit. Diesen Würfel belastete man mit 600 Ctr. Blei. Der Würfel senkte sich schnell und war nach 8 Tagen schon über $2\frac{1}{2}$ Zoll tief eingesunken.

Zweiter Versuch. In denselben Boden schlug man 9 Pfähle von 5 Fufs lang, $8\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, 15 Zoll von Mitte zu Mitte entfernt, mit einem 2 Ctr. schweren und 38 Zoll hoch herabfallenden Rammklotz ein. Die Pfähle wichen unter den letzten 15 Rammschlägen nur noch etwa 3 Zoll. Hierauf belud man sie mit 360 Ctr. Gewichten. Das allmälige Einsinken betrug zuletzt nur noch $2\frac{1}{4}$ Linien und hörte dann auf.

Dritter Versuch. Man zog die Pfähle wieder heraus und füllte die Löcher mit einem gelblichen, leicht zerreiblichen, fein zerstofsenen Gestein, welches man mit einer 6zölligen, 20 Pfd. schweren, an einer eisernen Stange befestigten Bombe festschlug. Man rammte noch 16 andere Pfähle in den Umfang von 70 Zoll lang und breit, zog sie wieder heraus und füllte die Löcher ebenfalls mit dem Steinsande. Alles dieses hatte kein Aufblähen des Bodens zur Folge. Man grub nun 4 Zoll Erde hinweg, um den Boden zu ebenen, und liefs die Oberfläche mit einer durch 4 Mann in Bewegung gesetzten Ramme festschlagen. Auf dieses Terrain baute man ein Mauerwerk und begann am 17ten April 1827, es zu belasten. Es senkte sich unter 10 Ctr. Last um $\frac{1}{2}$ Linie, unter 20 Ctr. Last um 1 Linie, unter 30 Ctr. Last um $1\frac{1}{2}$ Linie, und am 18ten April des Abends war es nahe an 2 Linien eingesunken. Man verstärkte die Belastung bis auf 360 Ctr., und nun betrug die Einsenkung $2\frac{1}{4}$ Linien. Als bis zum 20ten April keine weitere Senkung erfolgt war, vermehrte man die Belastung bis auf 420 Ctr.; was aber keine Folge hatte. Unter 600 Ctr. Last hingegen nahm die Senkung um $\frac{1}{4}$ Linie zu. Sie nahm auch noch ferner, aber langsam zu. Einen Monat nachher betrug die gesammte Senkung $7\frac{1}{3}$ Linien. Etwa $2\frac{2}{3}$ Linien von dieser Senkung mochten auf das Mauerwerk kommen und $4\frac{2}{3}$ Linien

auf den Boden: also das Doppelte wie bei den Pfählen. Auch die Last war beinahe doppelt so grofs. Also trugen die 25 Sandpfeiler etwa so viel als die 9 hölzernen Pfähle.

Vierter Versuch. Gegen das Ende von 1826 hatte man in dem Zeughause einen Brunnen von $12\frac{3}{4}$ F. tief gegraben, um den Boden zu untersuchen. Dieser Brunnen war durch das Wasser wieder voll Schlamm und Thon geschwemmt worden. Nachdem man von der Aufschwemmung eine 15 Zoll hohe Lage abgeräumt hatte, fand man einen so weichen Boden, dafs die Handramme darin bei jedem Schlage 6 Zoll tief eindrang. Man schlug nun hier 25 Pfähle von 4 bis 5 F. lang hinein. Die Erde blähte sich bald auf, und zuletzt bis auf 15 Zoll hoch, um die 9 mittelsten Pfähle herum; worauf man mit dem Rammen einhielt. Man rammte, bis die Pfähle unter 20 Schlägen eines 2 Ctr. schweren und 38 Zoll hoch herunterfallenden Klotzes noch etwa 4 Zoll eindrangen. Zum Einrammen eines Pfahls waren in regnigem Wetter etwa 10 Minuten Arbeitszeit nöthig. Hierauf schaffte man die durch das Aufblähen heraufgekommene Erde von den Köpfen der Pfähle weg, brachte dieselben durch Rammen in die Wage und belastete sie. Unter 240 Ctr. Last betrug die Senkung $\frac{3}{4}$ Linien, unter 360 Ctr. Last $1\frac{1}{8}$ Linien und nach drei Tagen $2\frac{1}{4}$ Linien.

Fünfter Versuch. Man zog zuerst 13 dieser Pfähle wieder heraus; wozu etwa so viel Kraft nöthig war, als zum Heben einer 24pfündigen Canone. Die Löcher, in welchen sich kein Wasser fand, füllte man mit Sand. Es beschäftigte diese Arbeit 5 Mann 6 Stunden. Am folgenden Tage zog man auch die übrigen 12 Pfähle heraus, *was schwerer von Statten ging.* Die Löcher wurden gleichfalls mit Sand gefüllt. Das Einrammen des Sandes drängte etwa einen Schubkarrn voll Erde in den Zwischenräumen empor, wo die Erde, ungeachtet der Pfählung, noch weich war. Auf diesen so vorbereiteten Boden setzte man nun ein Mauerwerk von zwei Schichten, welches man bis zu der Höhe des benachbarten Landes mit Erde umschüttete. Die übrig gebliebene Erde betrug nach Abzug des Raumes, den das Mauerwerk einnahm, etwa 25 Cubikfufs. Das war diejenige, die der Zusammenpressung entgangen war. Und da das Aufblähen der Erde nicht die Reihe der äufsersten Pfähle überschritten hatte, so schlofs man, dafs das Gleiche auch mit der Zusammenpressung der Fall gewesen sei und dafs dieselbe sich also nur auf 139 Cubikfufs

Erde erstreckt hatte. Da nun die 25 Pfähle, welche die Zusammendrückung hervorgebracht hatten, etwa 40 Cubikfuſs Raum einnahmen, so hat die Zusammenpressung etwa 14 Cubikfuſs oder den *zehnten* Theil betragen. Am 28sten April fing man an, das Mauerwerk zu belasten. Unter 48 Ctr. Last ergab sich ein schnelles Sinken, welches man der ersten Lage Mörtel und dem Boden an der Oberfläche zuschrieb. Am Mittage lagen 300 Ctr. Blei auf dem Mauerwürfel. Die Senkung war jetzt $2\frac{1}{4}$ Linien. Unter 584 Ctr. Last stieg sie bis auf 4,8 Linien. Man setzte die Beobachtungen bis zum 5ten December fort; bis wohin die Senkung noch 3,38 Linien ausmachte. Nemlich vom 28sten April an betrug sie bis zum 28sten Mai 1,84 Linien; von da bis zum 25sten Juni 0,48 Linien; bis zum 30sten Juli 0,14 Linien; bis zum 26sten August 0,46 Linien, und vom 26sten August bis 5ten December noch 0,46 Linien, zusammen 3,38 Linien; wie oben bemerkt. Dies waren also monatlich etwa 0,46 Linien. Nachdem die Last bis auf 210 Ctr. vermindert worden war, bemerkte man bis zum 16ten Juni 1828 keine Senkung weiter.

Nach diesen Erfahrungen glaubte der Obrist *Durbach* mit Recht, das zur Schmiede bestimmte Gebäude auf diese Art Fundament setzen zu dürfen.

Dieses Gebäude besteht nach Figur 11., 12., 13., 14. aus Pfeilern, die durch eine Mauer verbunden sind. Ihr Gewicht, mit dem zugehörigen Zimmerwerk, beträgt 667 Ctr. Um die Entfernung der Pfähle von einander zu bestimmen, hat man angenommen, daſs jeder $19\frac{1}{2}$ Ctr. zu tragen haben werde.

Die Pfähle unter den Pilastern hat man $6\frac{1}{3}$ Fuſs lang und $5\frac{3}{4}$ bis $7\frac{2}{3}$ Zoll im Durchmesser dick genommen. Nachdem sie eingeschlagen waren, hat man sie wieder ausgezogen und wie bei den Versuchen die Löcher mit ganz klein zerschlagenen gelben Steinen ausgefüllt. Aber zu noch mehrerer Vorsicht hat man vermittelst eines Aufsetzers kleine Pfähle von $3\frac{1}{4}$ F. lang so tief eingeschlagen, daſs ihre Köpfe nur bis zu dem Boden der Löcher reichen. Nachdem nun die Oberfläche der Sandpfeiler, mit dem Boden dazwischen, ausgeglichen war, pflasterte man die Fläche, welche weniger dicht war als die untern Schichten, mit kleinen, platten Steinen von 3 bis 4 Zoll dick und rammte dieselben mit einem hölzernen, sehr schweren, breiten Schlägel fest, um den Boden noch mehr zusammen zu drücken. Nun erst setzte man die Pfeiler.

Auf gleiche Weise verfuhr man bei der Fundamentirung der Verbindungsmauern; blofs dafs dort keine kleinen Pfähle bis auf den Boden der Löcher eingetrieben wurden.

Die gröfseren Pfähle einzurammen bediente man sich einer Bockramme *(chèvre)* mit 4 Zügen, deren Klotz 213 Pfd. wog. Ein in der zur Gründung der Pfeiler bestimmten Aushöhlung stehender Mann lenkte den Klotz, welchem er auch noch ein wenig mehr Geschwindigkeit zu geben suchte. Zwei andere Bockgestelle mit 4 Hebeln dienten die Pfähle wieder auszuziehen und zugleich die kleinen Bodenpfähle einzutreiben. Aufserhalb des Kopfes des Bocks, in der Verlängerung der Axe der festen Rolle, war eine Rolle angebracht. Um einen grofsen Pfahl auszuziehen und einen kleinen einzutreiben, war soviel Zeit nöthig, als zwei Arbeiter brauchten, um ein Pfahlloch mit Sand zu füllen und den Sand festzurammen. Man zog die Pfähle 24 bis 36 Stunden, nachdem sie eingeschlagen waren, aus, so dafs die Maschine, welche die Pfähle eintrieb, vor derjenigen, welche sie auszog, wenigstens einen Tag voraus hatte. Bei dem Ausziehen sahe man darauf, dafs sich um ein leeres Loch, bis es gefüllt war, immer noch hölzerne Pfähle oder Sandpfeiler befanden. Man hat auch versucht, $9\frac{1}{2}$ F. lange Pfähle zu rammen; allein das Wieder-Ausziehen derselben war zu schwierig. Die 15te Figur stellt einen Pfahl vor, der im Begriff ist ausgezogen zu werden. Es ist daran eine Kette und ein Bolzen von $1\frac{1}{3}$ Zoll dick befestigt. Die Arme der Kette sind etwa 3 F. lang.

Dieses sind die beiden Fundamentirungs-Arten auf Sand, die man zu Bajonne versucht hat. Ich habe geglaubt, sie bis in alle Einzelnheiten beschreiben zu müssen, damit man sie vollständig beurtheilen und, wenn man sie gut findet, nachahmen könne.

§. II.

Aus der Betrachtung der von dem Obristen *Durbach* gemachten Versuche ergeben sich folgende Bemerkungen.

Der *erste Versuch* zeigt, dafs das Rammen eines weichen Bodens, welches *Rondelet* zur Befestigung desselben für hinreichend hält, nach der Tafel abgemessen, die er für das Verhältnifs des Stofses zum Druck giebt, es nicht ist. Denn nach dieser Tafel (*Art de bâtir*. 3. Band, S. 26 etc.) hätten müssen die Schläge eines etwa 1 Ctr. schweren Klotzes den Boden fest genug machen, um eine Last von 600 Ctr. zu tragen. [Wahrschein-

lich auf den Quadratmeter Fläche, also etwa 60 Ctr. auf den Quadratfuſs. D. H.] Gleichwohl hat sich der mit diesem Gewichte belastete Mauerwürfel noch sehr beträchtlich gesenkt, und die Senkung würde ohne Zweifel noch zugenommen haben, wenn man die Last länger hätte wirken lassen. Man darf also, wenn man ein Gebäude auf weichen Boden setzen will, von dem Rammen weit weniger Nutzen erwarten, als *Rondelet* demselben zuschreibt, wenn auch alle die Vorsichtsmaaſsregeln angewendet werden, die zu Toulon bei der Gründung des Hospitals St. Mandrier beobachtet worden sind und die man in den Anmerkungen zum neuen *„Devis instructif"* S. 85 beschrieben findet.

Der *zweite Versuch* zeigt, daſs eine Pfählung bei weitem mehr geeignet ist, einen weichen Boden zusammenzudrücken, als das Rammen auf seine Oberfläche. In der That haben 9 Pfähle, von etwa 10 Cubikfuſs Inhalt, wenn man annimmt, daſs ihre Wirkung auf den Boden um die äuſsere Reihe herum sich auf 4 Zoll erstreckt habe, in welchem Falle sie dann auf eine Erdmasse von etwa 50 Cubikfuſs wirkten, dieselbe gleichförmig um den *fünften* Theil zusammengepreſst. Das Rammen auf die Oberfläche hätte die gleiche Wirkung nur hervorbringen können, wenn man die Oberfläche 9 Zoll tief hinuntergeschlagen hätte; was die Rammen bei weitem nicht vermochten. Die Schläge einer Ramme wirken zwar sehr stark auf die *oberste* Schicht des Bodens: aber sehr bald vernichtet der Zusammenhang dieser Schicht mit dem angrenzenden Boden und die Trägheit der Masse der obersten Schicht selbst, die Wirkung der Schläge auf die tieferen Schichten, welche immer noch von den *Pfählen* erreicht werden und die ebenfalls zusammenzudrücken nöthig sind, weil die langsame, aber fortgesetzte Wirkung der Last allerdings auf diese untersten Schichten wirken und also dennoch Senkungen hervorbringen kann.

Der *vierte Versuch* ergiebt ähnliche Folgerungen. Er zeigt, was alle Baumeister wissen, daſs thoniger Boden nicht sehr zusammendrückbar ist, und daſs es über eine gewisse Gränze hinaus unnütz ist, die Zahl der Pfähle zu vervielfältigen.

Der Schluſs, welchen man aus dem Vergleiche des dritten mit dem zweiten Versuche gezogen hat, scheint aber nicht ganz richtig: *erstlich,* weil die Belastung bei den beiden Versuchen verschieden war und die Senkungen nicht im graden Verhältnisse der Last standen; *zweitens,* weil die Belastung in den beiden Fällen nicht gleich lange Zeit gewirkt hatte; *drit-*

tens, weil die Last bei den beiden Versuchen nicht auf dieselbe Weise vertheilt war; denn bei dem zweiten Versuche ruhete sie auf den Köpfen der Pfähle allein, bei dem dritten auch auf dem Boden zwischen den Pfählen; *viertens* endlich, weil die Sandpfeiler nicht eben so wirken konnten, wie die hölzernen Pfähle.

Eins der Resultate des *fünften Versuchs* konnte zu dieser letztern Bemerkung führen, weil man fand, daſs es, nachdem die 13 ersten Pfähle wieder herausgezogen und die Löcher mit Sand gefüllt waren, schwerer war, die übrigen auszuziehen. Aber wir werden uns bei dieser Folgerung nicht aufhalten. Der Umstand erklärt sich leicht durch die Versuche, welche Herr *Huber-Burnaud* im Jahre 1829 zu *Genf* gemacht hat. Wir wollen hier deren Beschreibung aus seinem interessanten Aufsatze in der *Bibliothéque universelle* 1829, Band 11. im Auszuge mittheilen. Es sind folgende.

1. „Wenn man einen Kasten mit Sand füllt und am Boden und in den Seitenwänden des Kastens Löcher macht, so rinnt der Sand durch diese Löcher immer mit gleicher Geschwindigkeit aus, *wie hoch* er auch über denselben stehen mag. Sind die Löcher horizontal durchgebohrt, und ist Durchmesser nicht wenigstens der Dicke der Wände des Kastens gleich, so gelangt gar kein Sand durch die Seiten-Oeffnungen."

2. „Kein Druck auf die Oberfläche des Sandes vermehrt die Quantität Sand, welche in einer bestimmten Zeit durch die Löcher rinnt."

„Man hat diese Versuche mit Kasten von $30\frac{1}{2}$ Zoll hoch und $11\frac{1}{2}$ Zoll lang und breit angestellt und mit einer Röhre von $45\frac{1}{2}$ Zoll lang und $3\frac{5}{6}$ Zoll im Durchmesser. Die Belastung des Sandes wurde allmälig von 26 bis auf 53 Pfund vermehrt."

3. „Schüttet man Sand in eine zweimal im rechten Winkel gebogene Röhre, so steigt er in den aufwärts gehenden Arm nicht empor; er breitet sich kaum in den horizontalen Theil der Röhre bis auf einige Entfernung von der Umbiegung aus."

4. „Einzelne Sandkörner, auf eine Ebene gelegt, die man nach Belieben schief stellen kann, rinnen nicht eher herab, bis die Ebene mit dem Horizonte wenigstens einen Winkel von 30 Graden macht. Einige bleiben bis zur Neigung von 40 Graden liegen; keines aber auf einer stärker geneigten Fläche." (Diese Resultate sind indessen unbestimmt, da die Beschaffenheit der Fläche und die Gröſse des Sandes nicht angegeben

sind; was alles, wie ich Gelegenheit gehabt habe zu sehen, viel ändert. Anm. des Herrn Capt. *Moreau.*)

5. „Der Sand setzt sich niemals von selbst in die Wage. Der Winkel, den die Oberfläche einer ausgeronnenen Masse mit dem Horizonte macht, ist 30 bis 33 Grad, selten 35 Grad."

6. „In einem wohlgesiebten Sandhaufen dienen die untern, nur 30 Grad gegen den Horizont geneigten Schichten den obern zur Stütze; aber der gröfste Theil des Gewichts der letztern wird von dem Theile des Bodens getragen, auf welchen sie auslaufen. Nimmt man denjenigen Theil des Bodens weg, auf welchen sie sich stützen, so rinnen sie ganz aus und lassen die untere Masse, unter 30 bis 33 Grad geböscht, unberührt zurück. Daraus erklärt sich, warum der Sand nicht durch horizontale Oeffnungen ausströmt, wenn die Oeffnungen tiefer als breit sind. Die obern Schichten finden Stützpuncte auf den Wänden des Gefäfses selbst, nächst denen auf den untern Schichten."

7. „Ein Ei, auf den Boden eines Kastens gelegt, einige Zoll hoch mit Sand bedeckt und diesen dann mit 53 Pfund belastet, zerbricht nicht. Mitten in den Sand gelegt, bewegt es sich mit dem Sande, wenn man eine Oeffnung in den Boden des Kastens macht, durch welche der Sand ausrinnt, mit gleichförmiger Geschwindigkeit herab und bleibt in allen seinen Lagen unberührt. Also wird der Druck des Sandes vertheilt und nach allen Richtungen abgelenkt. Das Ei wird durch den Sand beschützt, eben wie es durch eine flüssige Masse geschehen würde, obgleich die Wirkungen beider auf die Wände des Gefäfses verschieden sind." (Diese Bemerkung scheint nicht ganz richtig. Das Ei würde im Gegentheil durch eine starke Last, auf die Flüssigkeit gelegt, zerdrückt werden. Anm. des Herrn Capt. *Moreau.*)

8. „Wenn man in eine umgebogene Röhre *a b c d* (Fig. 16.) Quecksilber thut und in *ab,* nachdem sich das Quecksilber in beiden Armen der Röhre in die Wage gesetzt hat, Sand schüttet, so verändert das Gewicht des Sandes die Wage des Quecksilbers nicht; höchstens um eine Linie; was noch von den kleinen Schwingungen des Quecksilbers herrühren kann. Also wirkt der Druck des Sandes auf das Quecksilber *gar nicht.* Der Arm *ab* der Röhre hatte bei dem Versuche $1\frac{1}{3}$ Zoll im Durchmesser. Der Versuch ist wiederholt worden und das Resultat blieb dasselbe; auch bei einer vierzölligen Röhre. Man versuchte, den Sand hinein

zu *pressen,* allein dies gelang nicht, die Röhre mochte horizontal oder um 20 Grad gegen den Horizont geneigt und der Druck sogar stark genug sein, um die Röhre zu zerbrechen."

Diese Versuche, nach welchen sich auch einsehen läſst, warum eine bloſse Bedeckung des Schieſspulvers auf dem Boden einer Petarde, oder beim Steinsprengen mit Sand, die stärkste Pfropfung vertreten kann (man sehe das Verfahren von *Jessof* beim Miniren, *Bibliothèque universelle* Band 29. und 30.), erklären auch, warum es schwerer war, die hölzernen Pfähle bei dem Bau des Arsenals auszuziehen, nachdem die von den benachbarten Pfählen gemachten Löcher mit Sand ausgefüllt waren. Der Sand füllte nicht bloſs den Raum der Löcher aus, sondern drückte auch auf die Wände derselben mit seinem Gewicht; was die hölzernen Pfähle nicht konnten. Sie zeigen auch, daſs die ganze Belastung der Sandpfeiler seitwärts wirkte, während die hölzernen Pfähle einen groſsen Theil des auf ihnen wirkenden Drucks auf den untern Boden fortpflanzten. So konnten denn auch die kleinen Pfähle unter den Sandpfeilern bei dem Bau der Schmiede keinen weitern Nutzen haben, als den Boden unter den Pfeilern noch zusammenzudrücken. Es scheint nach diesen Versuchen, daſs diese ziemlich kostbar gewordenen kleinen Pfähle wenig nothwendig waren. Aber der Obrist *Durbach* kannte die Genfer Versuche noch nicht, und sein Verfahren ist also gleichwohl nicht weniger sinnreich und nützlich.

Aus den Ergebnissen der Genfer Versuche sieht man auch unmittelbar, wie eine bloſs aufgeschüttete Sandmasse die Senkung der von dem Hauptmann *Gauzence* ausgeführten Bauwerke verhindern konnte. Dieser kannte jene Versuche und auf ihre Ergebnisse und die Versuche der Artillerie sich stützend, hat er das Verdienst, eine gelungene Anwendung davon gemacht zu haben.

Aber unter welchen Umständen wird dieses Verfahren weiter anwendbar sein? Welche Breite muſs man der Sandmasse geben? Wird es immer hinreichend sein, in weichem Boden die Erde 3 Fuſs tief unter der Sohle des Fundaments auszugraben und die Aushöhlung mit Sand auszufüllen, um darauf sicher bauen zu können?

Die Beantwortung dieser Fragen ist für das Bauen sehr wichtig. Der Hauptmann *Gauzence* nimmt an, daſs der Sand nur den Druck einer Pyramide oder eines Prisma von Sand auf den Boden fortpflanze, welche die Grundfläche der Aushöhlung zur Basis habe und deren Seitenflächen

unter dem Winkel gegen den Horizont geneigt sind, unter welchem aufgeschütteter Sand stehen bleibt, und daſs der Sand gegentheils auf die Wände einen gleichförmigen, schiefen Druck ausübe, der, auf die Flächen-Einheit gerechnet und mit der Belastung dividirt, auf die ganze Fläche der Wände der Aushöhlung gleich stark sei.

Diese Voraussetzungen scheinen, wenn man sich auf die Genfer Versuche, so wie auf die daraus gefolgerten Erwägungen stützt, ganz richtig. Man hat nemlich gesagt, daſs, wenn gleiche Kugeln in einen Haufen gelegt werden, die einfachste Lagerung, die sie annehmen können, die ist, in welcher jede mit 12 anderen in Berührnng kommt. In dieser Lage schlieſsen die Richtungen des Drucks der Centralkugel Winkel von 30 Graden ein. Ruht der Haufen auf einer horizontalen Ebene, so werden die Kugeln, alle vertical von oben nach unten getrieben, ohne Hinzuthun anderer Kräfte sich unter Winkeln von 30 Graden von oben nach unten zu bewegen streben. Die Sandkörner sind nun zwar keine Kugeln, aber es scheint, daſs das Resultat des Drucks, den sie nach unzähligen Richtungen ausüben, beinahe das nemliche ist, wie wenn die Körner die Kugelgestalt hätten. Man müſste sich also allen Sand in dem Haufen als sehr dünne Kegel-Oberflächen oder Duten vorstellen, nach der nemlichen Axe eine auf die andere gelegt. Der untere Theil, oder der volle Kegel, welcher nicht durch die Wände der Röhre unterstützt wird, muſs fallen, und sein Fall muſs die obere Schichten nach sich ziehen. Nur dieser Kegel also ist zu tragen nöthig. Die Kraft dazu kann durch einen Druck entstehen, welcher einen gewissen Grad der allgemeinen Cohärenz, oder der Einschichtung, oder des Anhangens hervorbringt, der hinreicht um die untersten Schichten zu tragen, oder doch nur wenig davon entweichen zu lassen. (Man sehe das Schreiben des Herrn *Prevost* an Herrn *Burnaud* im 11ten Hefte der *Bibliothéque univ.* 40ster Band Seite 37.)

Es würde also leicht sein, in einem gegebenen Falle die Fläche der Wände der Aushöhlung zu berechnen, die nöthig und hinreichend ist, dem gleichvertheilten schiefen Drucke der Belastung zu widerstehen.

Da ich mich nicht auf Versuche im Kleinen verlassen wollte, die sich oft im Groſsen wenig bestätigen, so hielt ich es für nöthig, erst wiederholte Versuche anzustellen, ehe ich die Folgerungen aus den Genfer Versuchen annahm. Diese neuen Versuche sind im Detail in einem Berichte beschrieben, der im Fortifications-Depot niedergelegt ist. Ihr Hauptzweck

war, den Druck zu schätzen, welchen eine Sandmasse auf einen kleinern oder gröſsern Theil der Grundfläche ausübt, wenn dieselbe zu weichen anfängt, und zwar unter verschiedenen Belastungen der Sandmasse. Ich bediente mich dazu zuerst eines $12\frac{3}{4}$ Fuſs langen, 38 Zoll breiten und eben so tiefen Kastens, in dessen Boden nach einander Oeffnungen von 10 bis 23 Zoll weit gemacht wurden, die sich durch das Schalbrett einer Wage mit 7 Fuſs langem Arme verschlieſsen lieſsen. Der Wagebalken drehte sich um ein Charnier an einem seiner Enden. Das andere Ende wurde von einem über eine Rolle gehenden Seile getragen, an welchem eine Wageschale, mit Gewichten belastet, hing. Ich versuchte erst feinen, feuchten, quarzigen Fluſssand, auf welchen ich bis zu 800 Pfd. Last auf den Quadratfuſs brachte. Der Hauptmann *Gauzence* machte auch einen ähnlichen Versuch und brachte die Belastung bis zu 918 Pfd. auf den Quadratfuſs. Um die Pressung trocknen Sandes zu versuchen, bediente ich mich eines kleinern, nur 19 Zoll breiten, 23 Zoll langen und 38 Zoll hohen Kastens.

Die Versuche zeigten, daſs, wenn die Länge und Höhe der Sandmasse die nemliche blieben, der Druck auf einen bestimmten Theil des Bodens, welcher nachgeben kann, derselbe ist, der Sand allein möge darauf drücken, oder es möge dessen Oberfläche stark und man kann sagen beliebig belastet sein; woraus denn mit Gewiſsheit folgt, daſs sich die Sandtheilchen auf einander stemmen und den Druck zum groſsen Theil auf den Theil des Bodens, der nicht nachgiebt, und auf die Seitenwände des Kastens fortpflanzen. Je stärker indessen die Belastung war: je eher gerieth die Wageschale, wenn man die Gewichte davon wegnahm, in Bewegung; woraus folgt, daſs der *anfängliche* Druck auf den Boden allerdings mit der Belastung zunahm, obgleich der Druck am Ende für einen gleichen Theil der Fläche der nemliche blieb. Den *anfänglichen* Druck zu messen gelang mir nicht, weil die Wirkung mit andern sich verband, die schwer zu verhindern waren. Diese Wirkungen waren z. B. die Bewegungen, welche die Herstellung des Gleichgewichts auf das Seil der Rolle hervorbringt, wenn man dasjenige, welches das Gegengewicht trägt, entlastet; so auch die Elasticität des Holzes, welches federt, wenn man die Keile wegnimmt, die die Schale im Boden des Kastens tragen; desgleichen die Biegung, die die Schale in der Mitte annimmt, wenn man den Sand mit Gewichten belastet.

Um zu finden, ob der Finaldruck auf den Boden, wie man es aus den Genfer Versuchen geschlossen hatte, dem Gewicht der Kegel oder Prismen von Sand gleich sei, deren Grundfläche der Boden ist, suchte ich, unter welchem Winkel die Seitenflächen der Prismen gegen den Boden stehen mufsten, damit das Gewicht der Prismen den Pressungen gleich sei, die ich und Hauptmann *Gauzence* beobachtet hatten. Aber es ergaben sich keine regelmäfsigen Resultate. Die Winkel schwankten von 46 bis 55 Grad für die verschiedenen Belastungen und Ausdehnungen der Bodenfläche. Da indessen diese Winkel nicht sehr von einander entfernte Grenzen hatten, so ist es wohl möglich, dafs noch andere Versuche bestimmtere Winkel ergeben. Jedenfalls scheinen diese Winkel gröfser zu sein, als die der freien Böschung.

Beim ersten Anblicke kann es befremdend zu sein scheinen, dafs der ursprüngliche Druck auf den Boden mit den Belastungen der Oberfläche zunehmen, hierauf sich gleich bleiben und bei noch stärkerem Drucke, in dem Maafse wie der Sand mehr zusammengeprefst wird, wieder schwächer werden soll. Aber diese Erscheinung erklärt sich daraus, dafs in dem Augenblicke, wo die Wageschale nachzugeben anfängt, die Sandschichten über den mit der Wageschale herunter sinkenden Prismen, welche sich auf dasselbe stützten, den Halt verlieren; bis sie einen solchen wieder in den zur Seite liegenden Theilen der stehen bleibenden Masse finden, indem sie sich dann nach der Seite stemmen; wie bei dem Wegnehmen des Gerüstes unter einem Gewölbe. Es kann blofs kommen, dafs dieses Stemmen nach der Seite wegen der Unregelmäfsigkeit der Körner, vermöge welcher sie leicht aus ihrer Stelle gedrängt werden können, nicht regelmäfsig ist. Die kleinen Gewölbebogen müssen immer von den Sandschichten unter ihnen in etwas getragen werden; woher es denn kommen kann, dafs das Prisma, welches sie bilden, einen nicht ganz mit seiner Masse im Verhältnifs stehenden Druck ausübt und dafs der Winkel der Stemmung ein wenig gröfser zu sein scheint, als er es wirklich ist.

Das, worauf es hier aber vorzüglich ankommt, ist weniger die Stärke des ursprünglichen Drucks des Sandes auf den Boden, als die durch die Versuche, wie es scheint, völlig erwiesene Thatsache, dafs, wenn ein Theil des Bodens eines mit Sand angefüllten Gefäfses nachgiebt, dieser Theil nur einen geringern Druck erleidet. Denn aus dieser Thatsache folgt offenbar, dafs, welche auch die Last der verschiedenen Theile einer

auf einer angemessenen Sandmasse stehenden Mauer und die Verschiedenheit des Widerstandes des Bodens unter der Sandmasse sein mag, doch kein Theil des Bodens nachgeben kann, ohne daſs der Druck auf ihn *abnimmt,* oder ohne daſs der benachbarte Boden ebenfalls nachgiebt, das heiſst, ohne daſs die Senkung *gleichförmig* Statt findet. Das aber ist es eben, was man verlangt, wenn man auf einem weichen Boden baut. [Nemlich: wenn ein Theil des Bodens unter der Sandmasse nachgegeben *hätte,* so würde auf ihn nach der obigen Ansicht der Versuchs-Resultate nur noch das Prisma von Sand drücken, welches auf *diesen Theil* trifft, *nicht mehr der verhältniſsmäſsige Theil der Belastung;* indem jenes Prisma sich von der übrigen Masse *abgelöset* hat. Die Belastung würde sich also auf die an das ausgewichene Bodenstück *angrenzenden* Theile stemmen, folglich der Druck auf *diese* vergröſsert werden, und *diese* würden um so eher *ebenfalls* nachgeben; so daſs daraus eine *Ausgleichung* der Verschiedenheit des Widerstandes der einzelnen Theile der Bodenfläche entstehen, also die Sandmasse überhaupt einen *ähnlichen* Dienst leisten würde, wie eine *feste* Tafel. D. H.]

Auſser den Versuchen, welche die obigen Resultate gaben, habe ich noch einige andere angestellt, um zu sehen, wie in einer Sandmasse die Reibung und das Stemmen der Theile auf einander den Schub nach der Seite, das heiſst, ihre Wirkung auf bestimmte Theile der senkrechten Wände des Gefäſses modificiren. Diese Versuche waren indessen noch nicht hinreichend, um eine bestimmte Regel zu geben; denn es zeigten sich dabei zu viele Anomalieen. Es ging bloſs so viel daraus hervor, daſs, wenn man nur eine kleine Fläche in Erwägung zieht, der Druck des Sandes auf dieselbe nur geringe ist und beinahe constant bleibt, so ungleich auch die Belastung der Masse sein mag. Es läſst sich also vermuthen, daſs, eben wie auf den Boden, auch auf die Seitenwände der Druck durch das Aufeinanderstemmen und die Reibung der Theile sich vertheilen und ausgleichen werde, wenn ein Theil der Seitenwände nachgiebt.

Aus allem Diesen sieht man, daſs sich nicht mit Herrn *Prevost* annehmen läſst: in einer an den Seiten zusammengehaltenen Sandmasse entstehe sofort durch die Belastung ein Stemmen der Theile nach der Seite, vermöge dessen fast das ganze Gewicht der Masse und der Belastung derselben auf die Seitenwände wirke. Wäre dieses der Fall, so würde die Fundamentirung auf Sand jederzeit gefährlich sein, wenn nicht die Wände

der Aushöhlung, die die Masse zusammenhalten, sehr fest sind. Denn da der Druck auf die Seitenwände sehr beträchtlich sein würde, so würde er sie zusammenpressen; der Sand würde seitwärts hinausgedrängt werden und die Senkung würde eben so beträchtlich sein, als wenn der Boden die Last unmittelbar trüge.

Aber so verhält es sich mit der Sandmasse nicht. So lange der Boden und die Wände der Aushöhlung nicht nachgeben, wirkt der Sand vermöge seiner *Unprefsbarkeit* wie eine *Tafel,* welche sich nicht stärker senken kann, als eine feste Tafel aus Béton. Der Unterschied ist blofs, dafs die *feste* Tafel die Belastung auf den *Boden* allein überträgt, und dafs dagegen die Sandtafel so wirkt, wie ein Haufen von Körnern ohne Zusammenhang unter sich, nemlich so, dafs vermöge der Prismen vom gröfsten Seitendrucke, ein Theil der Belastung auch auf die Seitenwände gelenkt wird. Dadurch und durch die Reibung wird der Boden theilweise noch verhältnifsmäfsig entlastet. Die Sandtafel hat also noch den Vortheil, die Belastung auf eine gröfsere Fläche des Bodens zu vertheilen und sie dadurch noch unschädlicher zu machen, als wenn man der Fundamentirung blofs eine breitere Grundfläche gäbe. Wenn gleichwohl der Boden nachgiebt, so werden Stemmungen der Theile entstehen, die dann, wie oben bemerkt, die Senkung gleichförmig machen.

Nachdem man durch fernere Versuche das Gesetz gefunden haben wird, welchem die anfänglichen Pressungen des Sandes folgen, wird man nach den Gesetzen des Drucks der Erde die Pressungen beurtheilen können, welche eine gegebene Sandmasse, mit einem bestimmten Gewicht belastet, auf die Boden- und Seitenflächen ausübt. Daraus wird sich dann beurtheilen lassen, ob die Last schädliche Senkungen hervorbringen dürfte, und es werden sich die Maafse finden lassen, die man der Sandmasse zu geben habe, um einen geringern oder gröfsern Theil des Drucks auf die verschiedenen Flächen, je nachdem diese oder jene stärker zu widerstehen geeignet sind, zu vertheilen.

Wenn man will, dafs, im Fall der Boden nachgeben kann, der Sand über demselben sich wölbe und dadurch die Senkung hindere, so mufs die Sandmasse *hoch* genug sein, damit die Wölbung sich bilden könne. Da nun nach den oben beschriebenen Versuchen der gröfste Winkel der Stemmung höchstens 55 Grad sein dürfte, so scheint es überflüssig hin-

reichend, wenn man einem 3 F. breiten Sandfundament auch 3 F. Höhe giebt; insofern man nemlich auf jene Wirkung rechnen will.

Die Fundamentirung auf Sand scheint in allen den Fällen anwendbar zu sein, wo man sonst Tafeln von Holz oder von Béton machen würde, um die Senkung zu vermindern und sie gleichförmiger zu machen; ausgenommen jedoch diejenigen, wo zu besorgen ist, dafs der Sand vom Wasser ausgespült werden könne; wie z. B. bei Quai-Mauern. Die Fundamentirung auf Sand würde also mit vielem Vortheil anwendbar sein: überall wo Mauern auf aufgeschütteten Boden zu setzen sind, dessen Widerstand ungleichförmig sein kann, also z. B. auf Festungswälle; ferner auf schlammigen, lehmigen und aufgeschwemmten Boden, wie er meistens in den Thälern und an den Rändern der Flüsse vorkommt; auf groben Kies, der in Torf sich eindrücken kann u. s. w.

Nicht *jeder* Sand wird zur Fundamentirung gleich tauglich sein. Der beste dürfte der von mittler Feinheit sein; der nicht erdig ist und möglichst gleiche Körner hat. Ein solcher Sand senkt sich am wenigsten und nimmt die gleichförmigste Böschung an.

Wird er nafs verbraucht, so mufs man ihn sehr stark stampfen, besonders an den Wänden der Aushöhlung, damit er sich auf dieselben fest anlege und alle etwaige Unebenheiten in denselben ausfülle, auch möglichst nicht weiter zusammengedrückt werde. Wird er *trocken* verbraucht, so wird er noch besser die Aushöhlung füllen; aber man mufs dann jede Schicht anfeuchten und so wie sie gelegt ist, stampfen. Besteht der Boden, auf welchen der Sand zu liegen kommt, aus Kieseln und grobem Kiese, und wird vom Wasser bespült, so wird es vielleicht nöthig sein, auf die untere Schicht Milch von hydraulischen Kalk auszubreiten, damit das Wasser nicht Sandtheile zwischen den Kies spüle; was Senkungen verursachen könnte.

In ganz weichem Boden, wo es schwierig sein würde, die Aushöhlung zu machen, die mit Sand zu füllen wäre, und wo man ohne hölzerne Einfassung den Schlamm nicht würde hindern können, sich mit dem Fundamentirungssand zu vermengen, dürfte die Fundamentirungs-Art des Hauptmann *Gauzence* auf Sand*massen* nicht gut anwendbar sein; wohl aber die des Obristen *Durbach* mit Sandpfeilern, und diese öfters mit mehrerem Vortheil als die Fundamentirung auf hölzerne Pfahlroste. Die hölzernen Pfahlroste haben in der That den Mangel, öfters nur eine Zeit

lang zu widerstehen und die Senkungen nicht ganz zu verhindern, wenn die Spitzen der Pfähle nicht bis in eine Bank von Tuf oder Steinen, oder sonst bis in eine sehr feste Bank reichen. Ist dieses der Fall, so widerstehen sie freilich; aber auch dann zuweilen nicht gleichförmig. Die Baumeister vermeiden sie daher auch so viel als möglich. Die Sandpfeiler dagegen scheinen diesen Mangel nicht zu haben. In den Boden können sie nicht eindringen, also nur seitwärts ausweichen; aber dann drücken sie die sie umgebende Erde immer mehr zusammen und machen sie also immer weniger zusammendrückbar. [Das aber möchte nicht ohne Senkung der darauf ruhenden Last geschehen; denn wenn die Sandpfeiler *blofs* zur Seite ausweichen, ohne dafs ihr *Inhalt* durch Nachsinken von oben zunimmt, so drücken sie die sie umgebende Erde *überhaupt* nicht mehr zusammen, sondern nur die, nach welcher hin sie ausweichen, die Erde gegenüber um so weniger. D. H.] Sie sind ferner dem Verfaulen nicht ausgesezt, und endlich kosten sie bei weitem weniger als die hölzernen Pfähle, insofern man nur in ihren Boden nicht kleine Pfähle rammt und nicht zerschlagene Steine, sondern nur gewöhnlichen Sand dazu nimmt.

Ich werde diesen Aufsatz durch die Berechnung der *Kosten* schliefsen, welche die Fundamentirung der Schmiede zu *Bayonne* nach der Methode des Obristen *Durbach* verursacht hat. Man wird daraus die Ersparung gegen die Kosten eines Pfahlrostes abnehmen können.

	Thlr.	Sgr.
Um sämmtliche Löcher zu machen, hat man 50 Pfähle gebraucht; das Stück zu 9⅗ Sgr., thut	16 Thlr.	— Sgr.
710 kleine Pfähle von 38 Zoll lang unter den Sandpfeilern, zu 4⅘ Sgr. das Stück, thut	113 -	18 -
760 Pfahlschuhe, zu 23⅕ Sgr., ...	587 -	22 -
162 Tage die Ramme, zu 24 Sgr., ...	129 -	18 -
42 Tage Aufsicht, zu 24 Sgr., ...	33 -	18 -
1215 Arbeitstage, zu 12 Sgr., ...	486 -	— -
3¾ Tage den Boden zu rammen, nachdem die Löcher gefüllt waren, zu 2 Thlr. 20 Sgr., ...	10 -	— -
Arbeit an der Ramme	31 -	14 -
Für die Kosten des Sandes ist nichts berechnet.		
Zusammen	1408 Thlr.	— Sgr.

Die Pfeiler des Gebäudes waren zusammen

93 F. lang und $7\frac{1}{3}$ F. breit, thut	684	Q. F.
Die Mauern $178\frac{1}{2}$ F. lang und 4,46 F. breit, thut . .	796	- -
Zusammen	1480	Q. F.

Der *Quadratfuſs* zu fundamentiren kostete also 28,54 Silbergroschen. Unter den Pfeilern kommt auf den Quadratfuſs 47,56 Sgr. und unter den Mauern 11,9 Sgr. auf den Quadratfuſs.

Der Rost aus hölzernen Pfählen unter einem andern Gebäude des Zeughauses hat gekostet:

288 Stück 32 F. lange Hölzer, welche 497 Pfähle gaben, da man die Pfähle, als sie nicht mehr 9 Linien eindrangen, abschnitt und die abgeschnittenen Stücke zwischen die andern rammte, zu 3 Thlr. 6 Sgr. das Stück, ...	921 Thlr.	18 Sgr.
1640 Cubikfuſs Rosthölzer, zu 6 Sgr., . . .	328 -	— -
Arbeitslohn dafür	63 -	8 -
$162\frac{1}{2}$ Tage die Ramme mit einem $7\frac{3}{4}$ Ctr. schweren Rammklotz, von 20 Mann gezogen, und zu 110 Hitzen täglich, zu 2 Thlr. 20 Sgr., ...	433 -	10 -
$93\frac{3}{4}$ Tage Arbeitslohn des Ramm-Meisters, zu 24 Sgr., ...	74 -	28 -
63 Tage Arbeitslohn des Gehülfen, zu 20 Sgr.,	42 -	— -
198 Tage anderer Arbeiter, zu 16 Sgr., . . .	105 -	18 -
4185 Tage Ramm-Arbeit, zu 12 Sgr., . . .	1274 -	— -
7 Arbeitstage eines Zimmermeisters, zu 24 Sgr.,	5 -	18 -
123 Arbeitstage von Zimmergesellen, zu 16 Sgr.,	65 -	18 -
497 Pfahlschuhe von gegossenem Eisen, zu $23\frac{1}{3}$ Sgr.,	384 -	8 -
Zusammen	3698 Thlr.	6 Sgr.

Dieses Gebäude hatte

4 Frontmauern von zusammen 360 F. lang und 4,46 F. breit, thut	1602	Q. F.
4 Scheidewände $139\frac{1}{2}$ F. lang und 4,14 F. breit, thut .	578	- -
zusammen	2180	Q. F.,

so daſs also der Quadratfuſs Pfahlrost 50,89 Sgr., und folglich 3,33 Sgr. im Durchschnitt mehr als unter den Pfeilern der Schmiede kostete, welche gleichwohl weit stärker belastet sind. Die Ersparung bei den Sandpfei-

lern ergiebt sich noch gröfser, wenn man die Kosten der 50 Pfähle und ihrer Schuhe, um die Löcher zu machen, abzieht, da diese Kosten nicht verloren sind, und besonders, wenn man noch die Kosten der kleinen hölzernen Pfähle und des Einschlagens derselben in den Boden der Sandpfeiler zurückrechnet.

Man darf also wohl den Schlufs ziehen, dafs diese Fundamentirungs-Methode und die des Hauptmann *Gauzence* zu den nützlichsten Vervollkommnungen des Bauens zu rechnen sind.

Paris, den 20. März 1831.

Der Ingenieur-Hauptmann und Adjudant
Moreau.

(Der Schlufs folgt.)

4.

Sammlung practischer Erfahrungen und Vorschriften, Cemente, Mörtel und Bétons betreffend.

(Von Herrn Dr. *Reinhold*, Königl. Hannöverschem Bau-Inspector, Ritter etc. zu Leer in Ostfriesland.)

Eine Sammlung practischer Erfahrungen und Vorschriften über Cemente und Mörtel dürfte nicht überflüssig sein, da diese Vorschriften und Nachrichten in vielen Schriften zerstreut sind, welche nicht jeder Baumeister, geschweige denn der bauende Privatmann immer zur Hand hat. Es wird Vielen willkommen sein, mehrere der besten Vorschriften zu Cementen und Mörteln aus bewährten Schriftstellern hier bei einander zu finden und an Beispielen aus der Erfahrung zu sehen, auf welche Weise und mit welchem Erfolge sie bei Bauwerken verschiedener Art befolgt worden sind. Auch sind nicht überall alle die verschiedenen Materialien zugleich vorhanden, oder für angemessene Kosten zu haben, aus welchen die verschiedenen bekannten Cemente bestehen; man ist vielmehr oft genöthigt, sich derjenigen Materialien zu bedienen, die in dem Lande und der Gegend zu finden sind, wo gebauet werden soll, statt sie mit großen, dem Zwecke und den Geldmitteln oft unangemessenen Kosten aus dem fernen Auslande kommen zu lassen.

Derjenige Cementmörtel, welcher seinen Zweck mit angemessenem und wo möglich mit dem geringsten Kosten-Aufwande in jedem einzelnen Falle erfüllt, ist unstreitig für den jedesmaligen Zweck der beste. Die äußerste Kosten-Verminderung ist zwar nicht immer zum Nutzen dessen, der den Bau bezahlen muß, zu erreichen: indeß ist es doch oft möglich, unter mehreren Arten Cementen denjenigen zu wählen, der möglichst gut und dabei nicht zu theuer ist; was dem Ermessen des Sachverständigen überlassen bleiben muß, der den Bau ausführt.

So ist es denn, um eine zulässige Kosten-Ersparung bei dem jedesmaligen Zwecke zu erlangen, nützlich und erforderlich, eine Sammlung

möglichst vieler Erfahrungen bewährter Sachverständiger über die Bestandtheile, Verfertigung und Anwendung des Cements, der Cementmörtel und Bétons zu besitzen, die sich für verschiedene Länder und Gegenden nach Maafsgabe der darin befindlichen Materialien ohne unverhältnifsmäfsigen Kostenaufwand eignen. Die Unentbehrlichkeit und Nützlichkeit guter Cemente zu Bauwerken bezweifelt Niemand.

Aus diesen Gründen habe ich die hier folgende Sammlung nach und nach entworfen, sie mit den Erfahrungen aus der nordwestlichen Küstengegend Deutschlands und Hollands vermehrt, und überall die Quellen angegeben, woraus die Nachrichten entnommen sind.

§. I.

1. In den letzten 20 Jahren sind in Deutschland, England, Frankreich und Holland u. s. w. mehrere Fabriken künstlichen hydraulischen Kalks entstanden. Im Hannöverschen z. B. ist zu Hameln die Cementfabrik der Herren *Wendelsstädt* und *Mayer;* zu Barbis, Amts Scharzfeld, die des Herrn *Bode;* zu Buxtehude die der Herren *Brunkhorst* und *Westphalen;* zu Carolinensyhl, Amts Wittmund in Ostfriesland, die des Herrn *Fimmen;* zu Emden die des Herrn *J. Th. Rodewyk;* zu Hamburg die Cementfabrik des Herrn *Cl. Schipmann* seit einigen Jahren entstanden. Im Dorfe *Brohl,* bei Andernach am Rheine, wird der wilde Trafs, der sich dort auf der Oberfläche der Gehänge des Rheines findet, zum Cement benutzt, und der in der Nähe von Coblenz und Andernach brechende Tufstein wird dort in Stampfmühlen staubartig zerstofsen, gesiebt und so in Tonnen weit umher nach Holland und Deutschland versendet. Dieser Cement ist der bessere und dem wilden Trafs bei weitem vorzuziehen; er heifst auch Brohler Trafs, vom Dorfe Brohl, wo er gestampft und gesiebt wird. Bei Wasserbauten ist dieser Trafs, da er unter Wasser schnell erhärtet und über Wasser schnell bindet, in richtigem Verhältnisse mit Muschel- oder Steinkalk gemischt, hinreichend fest und gut, und wird nicht leicht von auswärtigen Cementen übertroffen. Hier in Ostfriesland kostet die Tonne von 144 Kannen von diesem Brohler Trafs, oder etwa 6 Cubikfufs Rheinl., zur Stelle etwa 6 bis 7 Thlr. Preufs. Court., also der Cubikfufs 1 Thlr. bis 1 Thlr. 5 gGr.

2. Der *Römische Cement* kostet bei Hrn. *Rodewyck* in Emden die Hannöversche Tonne von 390 Pfd. brutto 4½ Thlr. Preufs. Court. an Ort

und Stelle, und nach der mir nebst Probe mitgetheilten Gebrauchs-Anweisung hat dieser Roman-Cement völlig die Eigenschaften des Englischen Roman- oder Parkers-Cement. Zu Mauern, die dem Wasser ausgesetzt sind, werden 3 Maafs Cement zu 2 Maafs reinem Sande und zu gewöhnlichen Mauern, über Wasser, 3 Maafs Cement zu 4 bis 5 Maafs reinem Sande, für Mauern aber, die mehr der Sonnenhitze ausgesetzt sind, 1 Maafs Cement zu 2 Maafs Sand genommen. Die mir von dem Herrn *B. W. Rodewyk* zu Emden am 17ten Juni 1835 nebst einer Probe mitgetheilte Anweisung über die Anwendbarkeit und die Art des Gebrauchs des Römischen Cements folgt hier nachstehend. Es geht daraus das Nöthige für den Practiker hervor.

Ueber die Anwendbarkeit und die Art des Gebrauches des sogenannten Römischen Cementes.

Derselbe wird deshalb *Römischer* Cement genannt, weil er in jeder Beziehung demjenigen Fabricate gleich kommt, welches in England bereitet und in den Handel gebracht wird.

Der Römische Cement ist ein durch Feuer passirter mineralischer Stoff von brauner Farbe, der gewöhnlich in Form eines höchst feinen Pulvers, oder auch, wenn es die Abnehmer etwa um des wohlfeilen Preises oder wegen weiter und viel Zeit kostender Versendung wünschen, ungepulvert verkauft wird.

In beiden Gestalten kann der Cement, in dichte und sorgfältig zugemachte Tonnen gepackt, viele Monate hindurch an trocknen Orten aufbewahrt werden, ohne dafs er merklich an Qualität verliert; ungepulvert läfst er sich aber unter übrigens gleichen Umständen wohl noch länger als in der Pulverform aufbewahren, ohne an Qualität abzunehmen.

Die Eigenschaften des Cements sind die eines hydraulischen Kalks der trefflichsten Art, das heifst, eines Kalks, welcher, mit Wasser zu einem dicken Brei angerührt, sowohl ohne als auch mit Sandzusatz unter Wasser nicht weniger schnell wie an der Luft, zu einer steinartigen Masse erstarret, sehr bald die Härte eines guten Sandsteins gewinnt, älter werdend fortwährend an Härte zunimmt und mit der Zeit härter wie die meisten Steine wird, deren man sich als Mauer-Material zu bedienen pflegt.

Dabei zeigt der Cement schon sehr bald nach seiner Verwendung, als Mauerkitt oder Mörtel einen so hohen Grad von Zähigkeit und Ela-

sticität und einen so innigen Zusammenhang mit den gebrannten Steinen, unbehauenen Bruchsteinen oder Quadern, für ihre Verbindung mit einander, oder zum Schutz gegen die Einwirkung der Witterung, daſs es meistens weniger schwer ist, die Steine zu zertrümmern, als den Cementmörtel zu brechen oder abzuschlagen.

Die Erhärtung des aus dem Cement gebildeten Mörtels erfolgt ungemein schnell. Schon nach wenigen Minuten beginnt die Erstarrung, wenn anders man die Masse in Ruhe läſst und der Cementbrei mit oder ohne Sandzusatz nicht dünner ist, als er nothwendig sein muſs, um mit Leichtigkeit verwendet werden zu können.

Dabei ist es dem Cemente eigen, daſs er, mit Wasser und Sand zu zu einem etwas steifen Mörtel angerührt, selbst mitten im Winter, insofern es nicht so eben friert, im Freien verwendet werden kann, ohne später durch den Frost Schaden zu leiden, wenn derselbe auch schon wenige Stunden nach der Anwendung des Mörtels erfolgen sollte.

Eben wie die Kälte, thut auch die Sonnenhitze und die Abwechslung von Trockenheit und Nässe der Haltbarkeit des Cementmörtels keinen Eintrag; jedoch wird der mit Wasser- und Sandzusatz gebildete Cementmörtel im Trocknen sich noch dauerhafter zeigen, als der ohne Sand. Letzterer ist wieder geeigneter zur Verwendung unter dem Wasser.

Mauern, die man mit Cementmörtel ohne Sandzusatz aufgeführt hat, lassen kein Wasser durch, mögen sie sich unter oder über der Oberfläche desselben befinden.

Endlich kann man aus dem Cemente, mit Sand und Wasser gemengt, steinartige Körper von jeder beliebigen Form bilden, welche die Stelle von behauenen Steinen vertreten.

Allem diesen nach ist der Römische Cement ein so trefflicher mineralogischer Kitt, wie er nur immer zu erlangen sein dürfte.

Will man ihn in Mauern verwenden, welche beständig unter Wasser zu bleiben bestimmt sind, so rühre man das Cementpulver mit einer Mauerkelle oder mit irgend einem andern Geräthe zu einer dicken, etwas steifen, breiartigen Masse rasch und fleiſsig an: je sorgfältiger das Anrühren geschieht, desto mehr wird das Material sich bewähren; doch ist es nöthig, daſs in dem Cementbrei kein unaufgeweichtes Cementpulver bleibe, sondern daſs vielmehr der dicke und etwas steife Brei durchaus gleichförmig sei. So auch beim Verwenden des Cements mit Wasser und Sand-

zusatz. Man menge das Cementpulver zuerst recht rasch und fleifsig mit nur so viel Wasser an, als nöthig ist, um eine dicke, butterförmige Masse daraus zu machen, und setze dann, je nach der Bestimmung, die man dem Mörtel geben will, in den nachstehend angegebenen Verhältnissen nicht blofs feinkörnigen, sondern gemengt fein- und grobkörnigen, recht rein gewaschenen, scharfen Mauersand, am besten Flufssand, zu.

Zu Mauern, die häufig der Nässe ausgesetzt sind, nehme man
zu 3 Maafs Cement 2 Maafs Sand.

Zu gewöhnlichen Mauern,
zu 3 Maafs Cement 4 bis 5 Maafs Sand.

Zu Mauern, die mehr der Sonnenhitze wie der Feuchtigkeit ausgesetzt sind,
zu 1 Maafs Cement 2 Maafs Sand, oder etwas mehr.

Der Cement ist ganz vorzüglich geeignet

1) Zu Brücken, Schleusen und andern Wasserbau-Mauerwerken, von welchen das Wasser beim Bauen nicht ohne grofse Kosten längere Zeit hindurch entfernt gehalten werden kann;
2) Zu Kellermauern die, mit gewöhnlichem Mörtel aufgeführt, Wasser durchlassen würden;
3) Zur wasserdichten Ausmauerung von Wasserbehältern, Cisternen, Canälen, wasserdichten Rinnen u. s. w.;
4) Zur Aufführung der Grundmauerwerke von Wohngebäuden, Lagerhäusern u. s. w.;
5) Zu Mauern jeder Art, die nicht Feuermauern sind;
6) Zum Ausmauern des Fufsbodens in Ställen und in Fabrikräumen, in denen viel mit Wasser gearbeitet wird und deren Sohle kein Wasser durchlassen soll;
7) Zum fliesenartigen Belegen von Hausfluren;
8) Zum Ausstreichen der Fugen an alten Gebäuden, Einfriedigungsmauern u. s. w.;
9) Zum Berappen oder Anwerfen der Gebäude, ganz besonders an der Wetterseite;
10) Zur Dachbedeckung;
11) Zur Darstellung von quaderartigen Thorpfeilern, Fenster- und Thür-Einfassungen, Mauerbändern, Carniesen und Gesimsen aller Art, und anderer Bauzierden; so wie auch zur Bildung quaderartiger Treppen-

Tritte und Fufswege in Höfen; zum Belegen der Fufsböden von Küchen, Speisekammern, Waschhäusern u. s. w.; zur Darstellung massiver Monumente; zur Aufführung von Brunnen und anderen Werken, die man, ohne unverhältnifsmäfsig grofse Kosten, etwa im gothischen Geschmacke, reich verzieren will.

Besondere Kunstgriffe bei der Bereitung des Cementmörtels sind nicht nöthig. Man menge nur immer wenig Mörtel zugleich an, nehme weiches und nicht zu viel Wasser, am besten Regen- oder Flufswasser, und wenn Sand zugesetzt werden soll, so nehme man keinen andern als recht reinen Sand. Alsdann wird der Cementmörtel immer gut werden.

Wegen der Verwendung ist zu bemerken, dafs die Mauern oder Steine, an welche man Cementmörtel bringen will, vor der Auftragung des Mörtels stark benetzt werden müssen, und dafs man bei der Berappung mit Cementmörtel, denselben gleich mit einemmale genugsam dick (gewöhnlich $\frac{3}{4}$ Zoll dick) auftragen mufs; so wie endlich noch, dafs Fugen, die mit Cementmörtel ausgestrichen werden sollen, zuvor mindestens einen halben Zoll tief geöffnet und ausgewaschen werden müssen, ehe man den Mörtel hinein streicht.

Berappt man ein Gebäude mit Cementmörtel und will der Oberfläche des Putzes die ihm eigene braune Farbe benehmen, so überstreicht man dieselbe sofort mit einer milchdünnen Mischung aus Wasser, gelöschtem Kalk und einem geringen Zusatz von grünem Vitriol.

Emden, den 17. Juni 1835.

B. W. Rodewyk.

3. Bei Herrn *Claus Schipmann in Hamburg* kostet der von ihm fabricirte Cement die Tonne von 5 Bushel Engl. oder 365 Pfd. netto in Hamburg frei ins Schiff 20 Mark Court. oder etwa 5 Thlr. Nach dem Zeugnisse des Hrn. Wasserbau-Directors etc. *Woltmann* ist dieser Cement sehr gut. Ich theile auch die mir vom Hrn. *Claus Schipmann* vor einigen Jahren zugesandte Nachricht über diesen Cement aus der Fabrik der Herren *Schipmann* und *Hester* wörtlich mit, welche um so mehr Werth hat, da sie vom Hrn. Wasserbau-Director *Woltmann* verfafst ist. Die beigefügte Anleitung zum Gebrauche des Cements ergiebt das Nähere.

Nachricht über den Cement aus der Fabrik der hiesigen Bürger *Schipmann et Hester.*

Dieser Hamburgische Cement hat zum Wasserbau gleich gute Qualität mit dem besten Englischen Patent-Cement, und beide übertreffen den Trafs oder Tarras darin, dafs sie, zum Mörtel mit so wenig Wasser als möglich zubereitet und unverzüglich ins Wasser geworfen, ihre Cohärenz behalten, selbige schnell zunehmend vermehren und in einigen Tagen und Wochen dergestalt versteinern, dafs man mit dem Messer kaum noch etwas davon abschaben kann; auch ist dieser Mörtel überall, an feuchten und trockenen Orten, unter und über der Erde, im Innern wie im Aeufsern der Gebäude, vortrefflich, und erhärtet in einigen Stunden; der Trafs-Mörtel hingegen, frisch ins Wasser geworfen, fällt auseinander, ist auch in freier Luft nicht dauerhaft; nur an feuchten Orten, in Fundamenten und Kellern, Futter- und Vorsetzmauern u. s. w. erhärtet er allmälig zu Stein. Die genannten beiden Hamburger und Englischen Cemente sind im Ansehen ihrer dunkelbraunen Farbe, mit beigemischten einzelnen, glänzenden Puncten, und dem Anfühlen nach in der Feinheit ihres Pulvers, so wie auch an Gewicht, sich vollkommen gleich und etwas leichter als trockner Sand, etwa wie 3 zu 4. Sie bestehen auch sehr wahrscheinlich aus einerlei rohen Materialien oder Steinen, welche ich auf der Fabrik der Herrn *S. et H.* sehr sorgfältig gewählt und ausgesucht befunden habe; so wie denn auch die Fabrication in allen ihren Theilen mit einer so guten Sachkenntnifs, Sorgfalt und Fleifs betrieben wird, das meines Erachtens nichts zu wünschen übrig bleibt. Der feine Cement wird in Tonnen gepackt und verkauft, welche netto 365 Pfd., das ist im Volumen 6 hiesige Himpten oder $6\frac{3}{4}$ Hamb. Cubikfufs enthalten, welche aber, in Mörtel zubereitet, ungefähr ein Drittheil im Volumen verlieren, so dafs 6 Maafs Cement, mit circa 2 Maafs Wasser zubereitet, ungefähr 4 Maafs Mörtel zum Verbrauch geben. Einige Proben haben mich überzeugt, dafs dieser Cement-Mörtel durch einen mäfsigen Zusatz von Sand an Erhärtung und Versteinerung gewinnt. Zum Beispiel: 4 Maafs Cement von der ersten Sorte mit 2 Maafs feinen Sandes vermengt und 2 Maafs reines Wasser allmälig unter stetiger Bearbeitung zugetröpfelt, wird einen Mörtel geben, der *unter Wasser,* es sei zu ordentlichen Ziegelmauern, oder zu Béton-Gemäuer von allerlei Steinbrocken, zunehmend erhärtet, und in 3 bis 4 Wochen steinhart wird; zu Mauern an *feuchten*

Orten kann der Cement-Mörtel mit Sand noch etwas mehr verlängert werden und z. B. aus Cement erster Sorte und Sand zu gleichen Theilen bestehen. Der Sand mufs aber vor allen Dingen vollkommen rein gewaschen und durch fleifsiges Umschaufeln mit dem Cemente gut vermengt sein. Ist der Sand etwas feucht, so ist weniger oder kein Wasser zuzugiefsen. Es ist gesagt, dafs ein mäfsiger Zusatz von reinem Sande das Erhärten des Cement-Mörtels befördert; es ist jedoch die *Härte* nicht zu verwechseln mit der *Festigkeit.* Vermöge seiner Härte widersteht der Mörtel dem Einflufs der Witterung, Nässe, Regen und Frost; auch dem Abnagen des strömenden Wassers und Eises; vermöge der Festigkeit widersteht ein Gemäuer jeder Kraft oder Last, welche es zu biegen oder zu zerbrechen strebt, und diese Festigkeit wird durch den Zusatz des Sandes allerdings vermindert; welches bei Bogen und Keller-Gewölben vorzüglich zu beachten ist. Man kann, halte ich dafür, versichert sein, den Cement der Herrn *Schipmann et Hester* jederzeit, sowohl im Maafse als in Qualität richtig und rein, ohne Beisatz von Sand zu erhalten. Manche andere ähnliche Cemente, die früher hieher gesandt und verbraucht sind, mögen zum Theil wahrscheinlich weniger gut und rein gewesen sein *); wenigstens erregt der Umstand, dafs der Putz, Anwurf oder Ueberzug der Aufsenseite der Häuser von diesen Cementen nach wenigen Jahren zum Theil abfiel, ohne die Oberfläche der Mauersteine zu verletzen, die Vermuthung, dafs der Fehler nicht von den Steinen, sondern entweder von dem Stoff des Ueberzugs oder von dessen Bearbeitung herrühren müsse. Gewöhnlich schreibt man dieses Uebel, welches sich am meisten in dem Untertheil der Mauer (Plinthe oder Untersatz) offenbart, der Feuchtigkeit des Grundes zu. Es kommt mir auch in der That nicht unwahrscheinlich vor, dafs hinter den wasserdichten Ueberzügen die Feuchtigkeit in den Mauern nach eben dem Gesetze sich erheben möge, wie der Saft in den Bäumen zwischen Holz und Borke. Sollte dies wirklich der Fall sein, so dürften dicht an der Erdfläche ein paar ganz durchgehende Mauerschichten von dem

---

*) Um zu untersuchen, ob der Cement Sand enthalte, werfe man in ein Bierglas voll Wasser einen Löffel voll Cement und rühre es um; so entsteht ein trübes Wasser. Dies hingesetzt, fällt die trübe Materie unverzüglich zu Boden; man giefse das klare Wasser ab, lasse den Bodensatz abdünsten und trocknen und nehme ihn dann heraus, so wird man in dessen unteren Schichten den Sand deutlich erkennen, wenn er vorhanden ist.

reinen, feinsten Cement-Mörtel *), oder noch sicherer von Mastix aus Harz, Pech, Wachs u. s. w. das Aufsteigen der Nässe in den Mauern verhindern. Wie der *Schipmann*sche Cement sich als Ueberzug halte, darüber sind freilich noch keine entscheidenden Erfahrungen vorhanden, denn die Fabrik besteht erst seit etwa 1½ Jahr. Dafs er aber zu diesem Gebrauch geeignet sei, lassen die guten Eigenschaften, dafs er nämlich sich weder ausdehnt noch zusammenzieht, folglich keine Risse und Borsten bekommt (die nur aus überflüssigen Zusatz von Wasser entstehen), dafs er sehr fein ist, welches seine Wasserdichtigkeit vermehrt, auch mit allen *rauhen*, natürlichen oder gebrannten Steinen gut bindet, nicht bezweifeln; mit gebrannten Steinen bindet er in 3 bis 4 Tagen so fest, dafs beim Abstofsen er allemal die äufsere Rinde des Steines mit wegnimmt; nur mit glatten, polirten Flächen, Glas, Metallen, auch mit Holz, verbindet er sich keinesweges so fest, als in sich selbst. Dahingegen wird man dauerhafte Bauzierrathen, auch Vasen und Statuen, die in freier Luft ausdauern sollen, daraus formen können; so wie er denn endlich auch Tünche und jeden Anstrich von Oelfarben annimmt und unwandelbar erhält.

Die Cement-Fabrik der Herrn *Schipmann et Hester* scheint es zu verdienen, durch Empfehlung und Kundschaft in Aufnahme zu kommen, sowohl wegen der Menschenhände, die sie beschäftigt und künftig in gröfserer Anzahl beschäftigen kann, als auch insonderheit wegen des zuverlässig guten Fabricats zum Bauen, welches sie liefert. Diejenigen Leser, welche die Baukunst nicht interessirt und welche vorstehende Nachricht zu weitläuftig finden, bitte ich um Nachsicht.

Hamburg, den 25sten April 1831.

R. Woltmann,
Strom- und Wasser-Bau-Director.

Anleitung zum Gebrauche dieses Cements.

Der Cement ist nach Verschiedenheit der Anwendung zu mischen. Zum Abputzen der Façaden mufs man so viel Sand als möglich hinzu

---

*) Ein Mörtel mit Wasser zubereitet, kann nie ganz vollkommen wasserdicht werden, wie fein auch der Cement sein mag. Wird aber der *Shipmann et Hester*sche Cement mit Leinöl, statt mit Wasser, präparirt, welchenfalls man ihn einen *Kitt* nennen würde, so wird eine dünne Schicht von nur ¼ Zoll dick genügen, Wasser und Nässe vollkommen abzuhalten.

mischen; was, je nachdem der Cement fetter oder magerer ist, an Quantum ungefähr die Hälfte sein mag. Zu Mauerungen aber, wo Feuchtigkeit oder Wasser abzuhalten oder einzuschliefsen ist, darf nur höchstens Ein Drittheil Sand zu Zwei Drittheilen Cement genommen werden.

Der grobkörnige Kies-Sand, welcher von den lehmigen und erdigen Theilen durch Waschen befreit und durch Sieben von den allzugrofsen Kieseln gereinigt ist, ist der beste zum Cement; auch der grobe gereinigte Flufs-Sand ist tauglich.

Um neues Mauerwerk mit Cement abzuputzen, ist es gut, an solchem die Fugen beim mauern $\frac{1}{2}$ Zoll hohl zu lassen.

Der Cement ist $\frac{5}{8}$ bis $\frac{6}{8}$ Zoll dick aufzutragen. Wünscht man einen feinen Putz zu haben, welcher aber durchaus von einem geschickten Arbeiter gemacht werden mufs, so kann man auf folgende Art verfahren.

Zuerst wird Cement mit Sand, so grob wie möglich und so dafs selbst Kiesel wie Erbsen grofs darunter sind, zu einem dicken Brei angerührt. Nachdem die Wand gehörig durch Flufswasser von Staub gereinigt ist (was überhaupt geschehen mufs), wird der Cement angeworfen und nach der Linie mit dem Richtscheid gerade gezogen. Alsdann wird Cement mit so feinem gesiebten Sande als man den Putz zu haben wünscht, angemacht und damit die Fläche nochmals dünne überzogen und hernach abgerieben.

Die tauglichsten Farbestoffe sind: gelöschter Steinkalk, Vitriol, Oker-Arten, Kienrufs, abgerieben, und rothe und grüne Englische Erde.

Es werden, je nachdem es auf der zu putzenden Fläche angeht und der Cement schneller oder langsamer bindet, 4 bis 6 Quadratfufs auf einmal aufgetragen, und dieser Putz wird dann sogleich wie er abgerieben ist, mit einer Tünche, die so dünn wie Milch sein mufs und die aus einer Mischung von Wasser, gelöschtem Kalk und aufgelöstem grünen Vitriol besteht, übergepinselt.

Wenn eine Etage fertig geputzt ist, oder wie es sonst nach der Oertlichkeit angeht, ist es gut, die noch feuchten Flächen nochmals mit derselben Tünche überzupinseln. Ist endlich die Fläche fertig geputzt, so ist es am besten, sie dann noch einmal mit Wasser, worin etwas Löschkalk gequirlt ist, welcher aber ja milchdünn sein mufs, zu bestreichen. Hierauf kann die zu wählende Farbe gesetzt werden.

NB. Die Erfahrung hat gelehrt, dafs die Tünche sich auf dem groben Putz am besten hält; was bei grofsen Massen nicht übel aussieht.

Bei vorsichtiger Behandlung ist auch Putz, wozu mittelgrober Sand genommen wird, haltbar.

Vorstehende Anleitung, von Sachverständigen nach vieljährigen Erfahrungen angefertigt, dürfen wir mit vollem Vertrauen empfehlen, um sich bei genauer Anwendung derselben des besten Erfolgs zu sichern.

Schipmann et Hester.
Cement-Fabrikanten, Grasbrock aufserhalb des Brockthores, Litt. A.
Hamburg.

4. Bei den Herren etc. *Wendelstädt* und *Meyer* in Hameln kostet die Tonne des aus dortigen Mineralien fabricirten Cements von 5 Bushel oder 360 Pfd. Nettogewicht, frei ins Schiff, 3 Thlr. Pr. Court. Der Gebrauch dieses Cements, so wie seiner Mischungsverhältnisse sind mir nicht bekannt geworden; jedoch versichern die Fabricanten in ihrem Schreiben, dafs ihr Cement völlig die Eigenschaften des Englischen Roman-Cements habe. Dies wird auch in den Mittheilungen des Gewerbevereins für das Königreich Hannover, 7te Lieferung 1835, Seite 529, von der Direction dieses Vereins bestätigt. Sie bemerkt Folgendes. „Der von dem Königl. Hannöverschen Ingenieur-Capitain und Wegbaumeister, Ritter etc. Herrn *Wendelstädt* und dem Herrn *Meyer* auf die Ausstellung gebrachte Cement hat sich nach dem ziemlich allgemeinen Urtheile als besonders gut bewährt; er ist dem Englischen vollkommen gleich zu stellen und sein Preis ist sehr mäfsig. Deshalb, so wie in Betracht, dafs jene Herren dem Königreiche (Hannover) einen neuen nicht unwichtigen Industriezweig zugewendet haben, ist denselben die silberne Medaille zuerkannt."

Hiernach zu schliefsen, kann man im Königreiche Hannover von nun an allen ausländischen Cement entbehren; was sehr erfreulich ist.

5. Am Rhein, in Westphalen und in Ostfriesland etc. wird bisher der Rheinische Trafs von Andernach, Coblenz, Brohl u. s. w., oder der Brohler Cement am meisten gebraucht. In Holland aber bedient man sich seit einer Reihe von Jahren des dort verfertigten, octroiirten oder privilegirten Kunstcements, wovon für Mauerwerk unter Wasser das Mischungsverhältnifs in zwei Theilen Muschelkalk und einem Theil Kunstcement besteht, und für Mauerwerk über Wasser in 4 Theilen Muschelkalk, 1 Theil Cement und 1 Theil Sand; welcher letztere Cement in Holland Bastard-Cement genannt wird. Er erhärtet in Wassermauern, wie ich beim Ver-

brauch desselben in Holland gesehen habe, sehr schnell. Sein Preis ist mir unbekannt; er ist aber nicht hoch, indem der Cement viel gebraucht wird. Da die Octroi oder das Privilegium der Fabrik kürzlich abgelaufen sein soll, so wird wieder der Rheinische Trafs von Vielen gebraucht; eben wie es in den Preufsischen Rheinisch-westphälischen Provinzen der Fall ist.

6. Des auswärtigen Römischen Cements habe ich mich hier in Ostfriesland bei Wasserbauten noch nie bedient, sondern stets des Rheinischen Trafsmörtels; kann also über ersteren aus eigener Erfahrung nicht urtheilen, ungeachtet ich kleine Proben davon besitze und übrigens den mir mitgetheilten Zeugnissen, Versicherungen und Gebrauchs-Anweisungen Glauben beimesse. Der Rheinische Trafs oder Brohler Cement hat mir stets genügt, wenn die Mischung des Mörtels für Mauerwerk unter Wasser, wo der Cement schnell erhärten soll, aus 1 Theil Muschelkalk und 1 Theil Trafs dem Volumen oder dem Maafse nach besteht, und für Mauerwerk über Wasser aus 2 Theilen Kalk, 1 Theil Trafs und 1 Theil Sand. Bei diesem Mischungs-Verhältnisse des hier in Ostfriesland üblichen Muschelkalks (Schill-Kalks von Seemuscheln) mit dem Rheinischen oder Brohler Trafs, kann man hier zu Lande stehen bleiben, da es der Erfahrung nach gut ist und auch von andern practischen Baubedienten ähnliche oder nahe Verhältnisse desselben Trasses mit Steinkalk gut gefunden worden sind; wovon ich sogleich Beispiele anführen werde.

Hier in Ostfriesland ist aufser dem gebräuchlichen Muschel- oder Schillkalk, der hier in Torffeuer, in oben offenen Oefen oder auch im freien Felde in Meilern gebrannt wird, auch Steinkalk zu haben, indem die Kalksteine, welche nahe bei der Stadt Rheina an der Ems gebrochen werden, zu Wasser nach Papenburg und Halte gehen, wo sie gebrannt werden. In Papenburg kostet die Tonne Steinkalk von 144 Kannen oder etwa 6 Cubikfufs Rheinl., ungelöscht, in der Fabrik der Herren etc. *Bueren* und *Boner* frei ins Schiff à costi (in Papenburg) 3 Gulden Holl., oder 1 Thlr. 16 gGr. Preufs. Court., und in grofsen Quantitäten weniger; wie mir solches die Herren Fabricanten im Jahre 1831 meldeten. In der Kalkfabrik des Hrn. *Benoit von Santen* zu Halte sind die Preise fast dieselben, aber überall nach Maafsgabe der Concurrenz veränderlich. Der Muschel- oder Schillkalk kostet in den hiesigen Fabriken zu Leer, der Herren *Osterloo* und *Stael*, die Tonne von 144 Kannen Kornmaafs oder etwa 6 Cubik-

fuſs Rheinl., abwechselnd 16 bis 20 gGr. Preuſs. Court. Da der Steinkalk in der Regel fetter aber auch theurer ist als der Muschelkalk, so kann er mehr Zusatz von Traſs, Sand oder Ziegelmehl aufnehmen, als jener, und es muſs überhaupt der Cement-Mörtel nicht übermäſsig fett sein, sondern nur soviel Kalk enthalten, daſs alle Sand-, Traſs- und Ziegelmehlkörner davon gehörig überzogen sind und also das nöthige Bindemittel untereinander haben, in welchem Falle der Cement-Mörtel am schnellsten bindet und erhärtet. Eine tüchtige Durcheinandermischung der Materialien des Kalkmörtels durch Treten mit Holzschuhen und Stampfen und öfteres Umwenden mit Schaufeln auf einem Stein- oder Brettboden unter einem Dache im Schatten, und der schnelle Verbrauch an demselben Tage, wo der Cement aus nicht lange vorher gelöscht gewesenem Kalke gemacht werden muſs, sind Hauptregeln beim Gebrauch eines guten Cement-Mörtels, der alsdann, wie ich es beim Vergieſsen von Quadersteinmauern und Aufmauern von Ziegelsteinmauern an Syhlen gesehen habe, in 24 Stunden so erhärtet, daſs der aus den Fugen gequollene Cement-Mörtel am andern Morgen mit dem Meiſsel abgehauen werden muſste, weil er fast ganz erhärtet war, und der dann ein höchst wasserdichtes Mauerwerk lieferte.

(Die Fortsetzung folgt.)

5.
Neuere Nachrichten von der Benutzung des Asphalts beim Bauen.

(Von Herrn Ingenieur-Hauptmann *Perrin.*)

(Aus dem *Mémorial de l'officier du génie.* *No.* 13. *Paris* 1840.)

(Schlufs der Abhandlung No. 2. im vorigen Hefte dieses Bandes.)

Dauer der Asphalt-Decken.

Bis jetzt fehlt es noch an bestimmten Erfahrungen über die Frage, ob die Asphalt-Decken rücksichtlich ihrer *Dauer* Vorzüge vor andern haben. Wir können indessen einige darauf Bezug habende Resultate mittheilen.

Herr *Partiot,* Ober-Ingenieur der Brücken und Wege, schliefst in einem in den *Annales des ponts et chaussées. 1838. 1er semestre.* eingerückten Aufsatz aus einer Untersuchung des Fufspfades auf dem Pont-royal zu Paris, nach dreijähriger Dauer desselben, dafs die jährliche Abnutzung etwa $\frac{5}{6}$ Linien betragen hat. Da aber über diesen Pfad täglich an 20 Tausend Menschen gehen, so betrachtet Herr *Partiot* hier die Abnutzung als ein Maximum und setzt $\frac{2}{3}$ Linien durchschnittlich für die jährliche Abnutzung der Fufspfade zu Paris. Er glaubt, dafs $6\frac{2}{3}$ Linien dicke Fufspfade 7 Jahre vorhalten dürften; denn wenn sie bis auf den dritten Theil ihrer Dicke abgetreten sind, so sind sie nicht mehr stark genug, den Tritten der Füfse zu widerstehen. (Man hat indessen in der Caserne *d'Orsay* einen Theil eines Stall-Fufsbodens aufgenommen, der nur noch $1\frac{1}{3}$ Linien dick war und gleichwohl den Füfsen der Pferde noch widerstand. Dieser Fufsboden war von *Seyssel*schem Asphalt.) Im Widerspruch mit der Voraussetzung einer 7jährigen Dauer hat man indessen schon nach 3 Jahren den oben genannten Fufspfad repariren müssen. Er war im Mai 1835 verfertigt.

Andere Fufsboden werden nicht so sehr angegriffen als der Fufspfad auf dem *Pont-royal.* In den Militair-Gebäuden möchten damit nur die Corridors, die Treppenstufen und Thürschwellen zu vergleichen sein.

Dergleichen Fuſsböden sind zufolge der Untersuchung mehrerer, in verschiedenen Casernen, jährlich nur $1\frac{1}{3}$ Linien abgenutzt worden, und zwar sowohl die Fuſsböden aus Asphalt, als die aus Kohlengas-Mastix. Diese starke Abnutzung rührt nicht allein von den Tritten der Menschen her, sondern auch von dem Waschen und Abkehren der Böden mit dem Besen. Wenn man also wollte, daſs dergleichen Fuſsböden 7 Jahre vorhielten, wie die Trottoirs, so müſste man sie $11\frac{1}{2}$ Linien dick gieſsen; angenommen mit Herrn *Partiot,* daſs sie nicht ferner widerstehen, wenn sie bis auf 2 Linien dick abgenutzt sind. Die obigen Resultate hat man auf die Weise gefunden, daſs man in mehreren Corridors und Stuben Theile des Fuſsbodens aufnahm und an Linealen die Dicke maaſs, wo es ohne Fehler anging. So hat sich denn auch zugleich gefunden, daſs der harte Sandstein schneller als der Asphalt abgenutzt wird. Thürschwellen, die man 1836 gelegt hatte, waren 1839 schon 9 Linien tief ausgetreten, so daſs die jährliche Abnutzung $4\frac{1}{2}$ Linien betragen hat.

In den Stuben der Soldaten war die Abnutzung nicht so stark, sondern betrug noch nicht eine halbe Linie jährlich, so daſs ein $5\frac{1}{2}$ Linien dicker Asphalt-Fuſsboden hier 8 Jahre vorhalten kann. Die Fuſsboden werden übrigens nur besonders an denjenigen Stellen abgenutzt, welche die Bewohner am meisten betreten: als um die Tische und an den Betten, und bei den Thüren und Fenstern. An den Stellen selbst, die die Tische, Bänke und Betten einnehmen, bemerkt man keinen andern Angriff auf den Fuſsboden als den von den Füſsen dieser Möbel; der um so stärker oder schwächer ist, je weicher oder härter man an diesen Stellen den Fuſsboden gemacht hat.

Ueber die Abnutzung der Asphalt-Böden in Pferdeställen theilen wir folgende Erfahrungen mit. Als 1839 in der Caserne *d'Orsay* zwei solche Böden, der eine von Asphalt, der andere von Kohlen-Mastix, sich so angegriffen fanden, daſs sie aufgenommen werden muſsten, benutzte man die Gelegenheit, um die Abnutzung auszumessen. Der *Asphalt-Boden* war 1835, $9\frac{1}{6}$ Linien dick gelegt worden und war 1839 unter den Vorderfüſsen der Pferde noch $1\frac{1}{3}$ Linien, unter den Hinterfüſsen noch $3\frac{2}{3}$ Linien dick. Die entstandenen Wulste vorn an der Krippe waren $18\frac{1}{3}$ Linien dick; unter den Hinterfüſsen aber unmerklich. Der Boden von Kohlengas-Mastix war 1837, $11\frac{3}{4}$ Linien dick gelegt worden und 1839 unter

den Vorderfüfsen der Pferde noch $9\frac{1}{6}$, unter den Hinterfüfsen noch $6\frac{4}{5}$ Linien dick. Die entstandenen Wulste waren nicht merklich. An andern Stellen der Fufsböden, als unter den Füfsen der Pferde, war die Abnutzung unmerklich. Im Ganzen ergab sich, *erstlich,* dafs die Bettung von Béton durch die Asphalt-Ueberzüge vollständig gegen die Tritte der Pferde und gegen das Eindringen aller Feuchtigkeiten geschützt worden war. *Zweitens,* dafs die Asphaltböden nur allein unter den *Füssen* der Pferde angegriffen worden waren und dafs also da die gröfste Dicke derselben nöthig ist. *Drittens,* dafs der natürliche Asphalt nicht fest genug gegossen war, um unter den Vorderfüfsen der Pferde der Bildung eines Wulstes zu widerstehen; welcher ganz gleichförmig und als eigends gegossen sich zeigte. *Viertens,* dafs die *Abnutzung* eigentlich unter den Hinterfüfsen der Pferde, die mehr ihr Stelle wechseln, stärker war, als unter den Vorderfüfsen, welche mehr auf derselben Stelle stehen bleiben und mehr den Boden zu durchdringen als ihn abzunutzen streben. Dieses ist besonders bei dem Kohlen-Mastixboden bemerkt worden. *Fünftens,* dafs der Kohlen-Mastixboden viel schneller als der Asphaltboden abgenutzt worden ist: in dem Verhältnifs von 5 zu 2, und zwar unter den Hinterfüfsen der Pferde, wo der Asphaltboden nicht sowohl weggeschoben, als blofs abgerieben war. Dieser grofse Unterschied der Abnutzung dürfte sich wie folgt erklären lassen. Man bemerkte nemlich bei der Herstellung des *Kohlen-Mastix-Bodens,* dafs der Urin der Pferde etwas in die Oberfläche des Bodens *eingedrungen* war. So war diese Oberfläche gewissermaafsen aufgelöset, und durch das Abfegen wurden jedesmal einige, wenn auch nur sehr wenige Theile, davon weggenommen. Den *Asphalt-Boden* dagegen hatte der Urin nicht im geringsten angegriffen. Uebrigens befanden sich die Fufsböden, an welchen man die Beobachtungen gemacht hat, beide in der allerungünstigsten Lage, nemlich nahe an den Eingangsthüren, wo fast alle Pferde passiren, um ihre Plätze einzunehmen; desgleichen an den niedrigsten Stellen der Ställe, wo der Urin am meisten stehen bleibt. Andere Stellen des Fufsbodens waren auch gar nicht so stark abgenutzt, obgleich sich gegenseits, seltsamerweise, dort *Löcher* fanden, die wieder zugegossen werden mufsten.

[Die vorzüglichste und nützlichste Anwendung des Asphalts dürfte wohl immer die zu flachen *Dächern* sein; denn wenn man ein Dach haben will, welches sicher und auf die Dauer dicht hält und für längere

Zeit keiner Nachbesserungen bedarf, so giebt es dazu, besonders wenn man zugleich auf dem Dache will *umhergehen* können, schwerlich eine bessere Masse, als den Asphalt, selbst die Metalle nicht ausgenommen; und theurer kommt eine Asphaltdecke, wenigstens in Berlin, nicht zu stehen, als z. B. eine Zinkdecke; auf welcher man aber nicht füglich beständig gehen darf. Zu flachen Dächern, und also um die flachen Dächer allgemein *ausführbar* zu machen, ist also der Asphalt gleichsam *unentbehrlich.* Ob er dagegen zu Fuſspfaden und zu Fuſsböden in Zimmern und in Ställen besser sein werde, als andere Arten von Fuſsböden, ist die Frage. Wenn man nicht etwa für Trottoirs die Annehmlichkeit der *weichern Oberfläche* in Anschlag bringt, möchten wohl, wenigstens in Berlin, die Fuſspfade von Asphalt auf den Straſsen schwerlich denen von Granittafeln an Dauer gleichkommen; und ob sie in Zimmern dauerhafter sein würden als Dielen-Boden, und in Ställen dauerhafter als Klinkerpflaster, ist noch mehr die Frage. Wir behalten uns, wie oben bemerkt, vor, in diesem Journale gelegentlich noch einiges Weitere über die Benutzung des Asphalts beim Bauen, besonders zu Dächern, zu bemerken. D. H.]

Wir können diesen Aufsatz nicht besser schlieſsen als durch folgende Uebersicht der bedeutendsten Arbeiten, welche in Paris und in den Departements (von Frankreich) bis jetzt ausgeführt worden sind. Man wird daraus die Ausdehnung, die die Benutzung des Asphalts seit einigen Jahren erhalten hat, abnehmen können.

Ort.	Art des Asphalts.	Zeit der Ausführung.	Gröfse der Flächen. Quadrat-Ruthen.	Art der Arbeiten.	Bemerkungen.
Zu Paris.					
Quai von Billy . .	Seyssel.	1835.	21,15.	Dächer u. Fufsböden.	
Fourage-Magazin von Bercy	Desgl.	1832 und 35.	42,30.	Dach auf 2 Pavillons.	
Carroussel-Brücke .	Desgl.	1835.	56,40.	Fufspfade.	Auf Fliesen gegossen.
Boulevard du Temple	Desgl.	1839.	528,75.	Desgleichen.	
Pont royal	Desgl.	1835.	11,28.	Desgleichen.	Erneuert 1839.
Place de la Madelaine	Desgl.	1839.	204,45.	Kreuzgänge.	Blumen-Markt.
Place de la Concorde	Desgl.	1837, 8, 9.	1540,43.	Fufspfade u. Flächen.	
Boulevard des Italiens	Desgl.	1837, 8, 9.	282,00.	Desgleichen.	
Markt St. Laurent .	Kohlen-Mastix.	1836.	42,30.	Innere Fläche.	Compagnie Aulnette.
Boulevard Montmartre	Desgl.	1836.	105,75.	Fufspfade.	Desgleichen.
Getreide-Halle . .	Desgl.	1837.	317,25.	Innere Fläche.	Desgleichen.
Affenställe in der Menagerie	Desgl.	1837.	141,00.	Fufsböden und Fufspfade.	Auch der Umgang des neuen Amphitheaters.
Direction der Pulver- und Salpeter-Fabriken .	Desgl.	1837.	35,25.	Fufsboden der Werkstätte.	
In den Departements.					
Asnières und Argenteuil	Desgl.	1837, 38.	169,20.	Brücken-Gewölbe.	
Caserne de Vaucelles zu Caen	Desgl.	1837.	35,25.	Stuben-Fufsböden.	
Orangerie in Versailles	Seyssel.	1837.	141,00.	Gewölbe-Decken.	
Vincennes	Desgl.	1831 bis 1837.	1198,50.	Gewölbe, Decken und Fufsböden.	
Vincennes	Kohlen-Mastix.	1836, 37.	282,00.	Fufsböden.	
Vincennes	Seyssel.	1831 bis 1837.	70,50.	Vertic. Futtermauern.	6 Gebäude sind bedeckt, 2 noch zu bedecken.
Arsenal zu Douai . .	Desgl.	1827 bis 1835.	740,25.	Dachdecken.	
Fort Brigitte zu Besançon	Desgl.	1832 bis 1834.	119,85.	Dachdecken, Fufsböden und Gewölbe.	
Caserne zu Bourbonne-les-Bains	Desgl.	1832.	155,10.	Gewölbe u. Terrassen.	
Belfort	Desgl.	1837.	42,30.	Dachdecken.	
Fort de la Bastille zu Grenoble	Desgl.	1828 bis 1835.	423,00.	Gewölbe und Dachdecken.	
Forts zu Lyon . . .	Desgl.	1834, 35.	846,00.	Gewölbe, Dächer und Fufsböden.	
Brücke Morand daselbst	Desgl.	1826 bis 1829.	63,45.	Fufspfade.	
Caserne zu Péronne .	Desgl.	1834.	155,10.	Dächer.	
Neue Caserne zu Brest	Desgl.	1838.	52,87.	Dächer.	
Pulver-Magazin und zwei Casernen zu Antwerpen	Desgl.	1834.	116,32.	Dächer.	
Citadelle und Carthause zu Lüttich . . .	Desgl.	1835.	211,50.	Gewölbe.	
Pulver-Fabrik zu Angers	Desgl.	1836.	49,35.	Terrassen.	
Noch zu Paris beim Casernement intra muros	Desgl.	1835.	26,44.	Dächer.	
Desgleichen	Kohlen-Mastix.	1835 bis 1839.	165,60.	Fufsboden, Krippen, Stufen, Stallböden.	Darunter 20,37 Q. R. Krippen und 25,80 Q. R. Stufen.

Zusammen 8391,89 Quadratruthen,

worunter nur 1293,60 Quadratruthen von Kohlengas-Mastix.

Erklärung der Figuren.

Figur 1. Schlägel von Eichen-Holz, $3\frac{2}{8}$ Linien dick, um den Asphalt auszubreiten.

- - 2. Klöpfer von Eichenholz, um den Sand einzuschlagen.

- - 3. Eiserner Löffel, um den Asphalt aus den Kesseln zu schöpfen.

- - 4. Eiserne Schaufel, um die schmelzende Masse umzurühren.

- - 5. Ansicht eines Ofens mit dem Kessel.

- - 6. Durchschnitt des Ofens, Kessels und Rostes.

- - 7. Grundrifs des Ofens. Die Flamme geht durch die Oeffnung *O*, umstreicht den Kessel und entweicht durch den Schornstein *C*.

- - 8. Durchschnitt einer reparirten Krippe.

- - 9. Grundrifs, Durchschnitt und Ansicht eines Theils einer reparirten hölzernen Treppenstufe. Die dunkel gestrichene Fläche ist Asphalt, die punctirte Fläche Gips und die schraffirte Holz.

- - 10. Grundrifs und Durchschnitt eines Pflasters aus Holzklötzen.

Die Kessel und Oefen zur Bereitung des Asphalts sind aus $1\frac{3}{5}$ Linien dickem Blech gemacht.

6.
Ueber die Fundamentirung der Gebäude auf Sand.

(Schlufs des Aufsatzes No. 3. im vorigen Hefte dieses Bandes.)

Zweiter Aufsatz. Von dem Herrn Ingenieur-Hauptmann Niel, vom Jahre 1835.

Die Versuche mit der Fundamentirung von Gebäuden auf Sand, die man zu Bayonne gemacht und die der Hauptmann *Moreau* in No. 11. des Mémorials beschrieben hat, sind auf *noch* weicherem Boden fortgesetzt worden; was also noch mehr geeignet war, zu erfahren, wie sich der mit einer starken Last beladene Sand verhalte, wenn die Seitenwände des Bodens, die ihn einschliefsen, nachgeben. Wir wollen hier diese neueren Versuche und die Resultate derselben beschreiben.

Man hat in der Traverse des Bastion Sault zwei überwölbte Durchgänge erbaut, die auf Sand gegründet sind.

Der eine Durchgang Taf. III. Fig. 1., 2. und 3., an den alten Thurm von Sault stofsend, deckt den Eingang des in diesem Thurme befindlichen Pulvermagazins. Dieser Bau war um so schwieriger, da das Gewölbe des Durchgangs an der einen Seite auf den Thurm, an der andern auf eine neue Mauer sich stützen mufste, die 19 F. hoch hätte werden müssen, wenn man sie auf den gewachsenen Boden unter dem Bastion hätte setzen wollen. Man hat die Mauer auf eine $4\frac{1}{2}$ F. breite und 7 F. hohe Sandmasse gesetzt, deren untere Fläche noch $6\frac{1}{2}$ F. hoch über dem gewachsenen Boden auf einem neu aufgeschütteten und obendrein schwammigen Terrain ruht.

Während der Aufmauerung senkten sich die Schichten der Bruchsteine, welche auf dem Sande lagen, in *a* um $7\frac{1}{4}$ Z., in *b* um 11 Z., in *c* um $10\frac{1}{3}$ Z. und in *d* um $12\frac{2}{3}$ Z. Die Senkung währte nach der Aufmauerung weiter fort; die Widerlage des Gewölbes drehte sich um ihre äufsere Kante, das Gewölbe öffnete sich in der Uebermauerung und man

mufste es stützen, um seinen Einsturz zu verhindern. Jetzt beträgt di Senkung in *b*, 21 und in *c*, 19½ Z.

Da die Erde zur Aufschüttung des Bastions aus dem Wasser genommen war, so mufste sie sich nothwendig sehr zusammendrücken und das Gewölbe, welches auf der einen Seite eine feste Stütze hatte, mufste nothwendig bersten. Dieser Erfolg beweiset indessen nichts gegen das Sand-Fundament selbst. Der Unterschied in der Senkung, welchen man in den Puncten *a* und *d* bemerkte, scheint von einem Abhange des gewachsenen Bodens unter dem Bastion herzurühren; der Unterschied in *b* und *c* aber von der verschiedenen Höhe des Mauerwerks in diesen Puncten.

Bei dem zweiten gewölbten Durchgange Fig. 4., 5., 6., 7. und dem Magazine für die anstofsende Batterie ist, wie bei dem ersten, ein Sand-Fundament auf ein neu aufgeschüttetes Terrain gelegt worden.

Man hat den Sand 4½ F. hoch geschüttet, und ganz quer durch unter den gewölbten Gang; wie aus Fig. 7. zu sehen. Wegen des Abhanges des gewachsenen Bodens unter der aufgeschütteten Erde, wie er in Fig. 5., 6. und 7. zu sehen ist, mufste sich der Sand nothwendig ungleich senken. Nach etwas länger als einem Jahre ist die Senkung in *a*, 7⅔ Z., in *b*, 8⅓ Z., in *c*, 10⅓ Z. und in *d*, 7⅔ Zoll gewesen. Diese beträchtliche Senkung hat nur zur Folge gehabt, dafs die schräge Belegung der Flügelmauern aus Werkstücken sich unten von dem Bruchsteinmauerwerk, auf welchem sie ruht, abgelöset hat, abnehmend von unten nach oben und verschwindend beim Anstofs an das Gewölbe; und dann, dafs das Gewölbe in der Uebermauerung, in der Gegend des Schlufssteines, längsaus einen Rifs bekommen hat, aber nur von nicht voll einer Linie weit, da wo er am stärksten ist. Diese beiden Schäden geben noch keine Besorgnifs für die Haltbarkeit des Bauwerks.

Aus dem Abhange des festen Bodens unter dem aufgeschütteten Terrain und aus der beträchtlichen Senkung, die das Mauerwerk erlitten hat, ohne dafs dadurch bedeutende Risse darin entstanden wären, scheint die Bemerkung, auf deren Bewährung es vorzüglich ankommt, zu folgen, dafs, so wie der Boden unter dem Sande ungleich nachgiebt, der Sand sich unter den Mauerschichten wieder in die Wage setzt, obgleich der Unterschied in den Senkungen in *a*, *b*, *c*, *d* beweiset, dafs, wenn der Druck allzu ungleich vertheilt ist, die Beweglichkeit des Sandes nicht mehr hin-

reicht, um eine Ungleichheit der Senkungen ganz zu verhindern. Auch der kleine Rifs in dem Gewölbe läfst sich daraus erklären. Er kann von der stärkern Senkung der äufsern Widerlage herrühren, deren Fundament nur $11\frac{1}{2}$ Z. breit ist, während die innere Widerlage ein 19 Z. breites Fundament hat.

Obwohl sich schon aus den Resultaten bei diesen beiden Bauwerken mancherlei über das Verhalten des Sandes schliefsen läfst, so waren doch noch über die Wirkung des Sandes auf die Seitenwände, welche ihn begrenzen, fernere Versuche nöthig, da diejenigen zu Genf und Paris die Frage noch nicht ganz erschöpft hatten. Diese neuern Versuche sind zwar noch nicht beendigt: wir wollen indessen hier die vorzüglichsten Ergebnisse derselben mittheilen, damit man urtheilen möge, ob sie einen Versuch *im Grofsen* rechtfertigen.

Zunächst hatten die Versuche, welche wir anstellten, den Zweck, den Druck des Sandes auf den *Boden* des Gefäfses, in welchem er eingeschlossen ist, zu finden.

Zu diesem Ende setzte man einen $26\frac{3}{4}$ Z. langen, 23 Z. breiten und $26\frac{3}{4}$ Z. hohen Kasten (Fig. 8.), ohne Boden, auf eine Wageschale und füllte ihn mit Quarzsand von mittler Feinheit, aus dem Adour-Flusse und in noch feuchtem Zustande. Man wog das Ganze, zog das Gewicht des Kastens ab und fand 999 Pfund für das Gewicht des Sandes. Hierauf brachte man Stützen gegen den Kasten, so dafs der Sand allein auf die Wageschale drückte und entlud allmälig die entgegengesetzte Wageschale, die mit mehr Gewicht belastet worden war, als nöthig, um dem Sande das Gleichgewicht zu halten. So wie die Entladung der Wageschale vor sich ging, bemerkte man, dafs die andere, welche den Sand trug, allmälig sich senkte; und als sich nur noch 548 Pfd. Gewichte auf der Wageschale befanden, sank die andere Schale und der Sand fiel aus dem Kasten.

Man wiederholte den Versuch, indem man den Sand noch mit 551 Pfd. Gewicht belastete, so dafs also sein ganzer Druck 1500 Pfd. betrug. Unter diesem Druck gab die Wageschale, welche ihn trug, nach, als auf der andern Schale noch 854 Pfd. lagen. Endlich belud man den Sand mit 1084 Pfd. Gewicht, so dafs der Druck 2083 Pfd. war; und nun gab die Schale unter diesem Drucke nach, als auf der andern noch 1067 Pfd. Gewicht lagen.

Die Verhältnisse des Gewichts des Sandes, zusammen mit dem der Belastung desselben und dem Gegengewicht, welches diesem Drucke die Wage hielt, sind also $\frac{999}{548} = 1{,}82$, $\frac{1500}{845} = 1{,}82$, $\frac{2083}{1067} = 1{,}95$. Der Druck auf den Boden steht daher offenbar mit der Belastung im Verhältnifs.

Man machte die Versuche auch mit vegetabilischer Erde, und die Verhältnisse waren $\frac{844}{501} = 1{,}68$, $\frac{1394}{683} = 2{,}04$, $\frac{1922}{864} = 2{,}21$. Diese Verhältnisse sind, wie man sieht, veränderlicher als beim Sande; was daher kommt, dafs die Erde durch die Belastung sich zusammendrückte und also mit stärkerer Reibung an den Wänden des Kastens hängen blieb. Beim zweiten und dritten Versuche war die Erde viel dichter geworden als beim ersten, während der Sand sich nicht zusammendrückte.

Diese Versuchs-Resultate, welchen zufolge der Druck auf den Boden mit der Belastung zunimmt, sind scheinbar von den Resultaten der Genfer Versuche abweichend. Indessen ist zu berücksichtigen, dafs der Druck des Sandes auf die Seitenwände, welche ihn zusammenhalten, den senkrechten Druck desselben nicht vermindert; der vielmehr immer seinem Gewichte gleich bleibt. Das Prisma des gröfsten Seitendrucks wiegt deshalb nicht weniger, weil es strebt, die Seitenwand wegzudrängen. So wie der Boden weicht, fängt die Reibung an zu wirken, und macht, dafs die Wände vertical mit dem ganzen Gewichte gedrückt werden, um welches der Boden entlastet wird. Setzen wir nemlich den Kasten $abcd$ Fig. 9. mit Sand gefüllt. Q sei das Gewicht dieses Sandes, F der Seitenschub des Prisma abe auf die Wand ab, und m der Reibungs-Coefficient, so dafs also die Reibung mF ist. Andererseits sei n der Coefficient der Adhäsion, so dafs der Widerstand, den diese der Bewegung entgegensetzt, weil sie sich wie die Fläche verhält, $= nh$ ist, wenn man die Höhe $ab = h$ setzt. Um nun auf die Gründung einer Mauer zu kommen, wollen wir nur den Widerstand der Wände ab und cd gegen die Senkung in Rechnung bringen. Im Zustande des Gleichgewichts wird der Boden von einem Gewicht Q gedrückt werden. Aber, so wie der Boden nachgiebt, wird er nur noch von einem Gewichte $P = Q - 2(mF + nh)$ gedrückt werden, und es kann also ein Zunehmen der Belastung von $2(mF + nh)$ Statt finden. Sind nun die Wände einander näher als vorhin, so nimmt Q im Verhältnifs ihrer Entfernung von einander ab, $2mF + 2nh$ dagegen bleibt

unveränderlich, so lange die Entfernung der Wände noch größser als $2ae$ ist. Rücken die Wände einander noch näher, so fängt zwar $2mF$ auch an abzunehmen, aber weniger als Q, und $2nh$ bleibt unverändert. Daraus erklärt sich die Wirkung einer geringeren Entfernung der Wände von einander auf die Verminderung des Drucks auf den Boden, und es ist nicht mehr befremdend, dafs dieser Druck in einer engen Röhre nur sehr unbedeutend ist.

Nachdem man den *ganzen* Boden des Kastens hatte hinausdrücken lassen, versuchte man auch, wie es sich verhalten würde, wenn nur *ein Theil* des Bodens beweglich wäre. Folgendes sind die Resultate der Versuche.

Erste Reihe von Versuchen. Man nagelte auf die Seitenwände eines 23 Z. langen, 19 Z. breiten und 23 Z. hohen Kastens, Fig. 10., zu theilweiser Herstellung des *Bodens*, Bretter, um den Druck auf die Oeffnung df zu finden, die mit einem nicht festgenagelten, sondern auf der Wageschale ruhenden Brette ab verschlossen war. Die Oeffnung df war nur so lang als der Kasten breit, nemlich 19 Z.; ihre Breite aber liefs man sich verändern.

Es ergab sich stets, wie in dem Falle, wo der ganze Boden nachgeben konnte, dafs der Druck auf den beweglichen Theil ab des Bodens abnahm, so wie dieser Theil sich senkte. Alsdann lösete sich plötzlich ein Prisma abc ab und es zeigte sich über der Oeffnung wie ein Spitzbogen def, welcher den Sand über der Oeffnung zu tragen schien.

Bei den ersten Versuchen war die Oeffnung $7\frac{2}{3}$ Z. breit. Man erweiterte sie bis zu $13\frac{1}{2}$ Z. und das Resultat war das nemliche. Ueber diese Breite hinaus aber stürzte der Spitzbogen bei der geringsten Erschütterung ein; das ganze Sandprisma fiel zusammen und machte Böschungen, die immer steiler als 45 Grad waren. Man wiederholte die Versuche mit einer Belastung des Sandes von 427 Pfd., ohne dafs die Resultate sich änderten. Bei einem der Versuche legte man, *nachdem* der Spitzbogen ohne Belastung sich gebildet hatte, 427 Pfd. Last auf den Sand; aber diese Belastung stürzte ihn nicht ein, sondern schien eher, ihn zu befestigen.

Zweite Reihe von Versuchen. Da das kleine Gewölbe sich nicht mehr erhalten konnte, wenn die Oeffnung breiter als $13\frac{1}{2}$ Z. war, so suchte man, wie es sich mit dem Drucke auf den Boden verhalten werde, wenn man die Oeffnung $15\frac{1}{3}$ Z. breit machte.

So wie man hier die entgegenstehende Wageschale entlastete, nahm der Druck auf den beweglichen Theil des Kastenbodens ab, und als endlich der Sand bis auf die beiden Prismen *abc* Fig. 11. herausfiel, befanden sich auf der Wageschale nur noch 81 Pfd. Gegengewicht. Unter einer Belastung von 427 Pfd. fiel der Sand bei 77 Pfd. und unter einer Belastung von 854 Pfd. bei 70½ Pfd. Gegengewicht heraus. Also nahm der Druck auf den beweglichen Theil des Kastenbodens ab, so wie die Belastung des Sandes zunahm.

Um zu sehen, welchen Einflufs die *Höhe* des Sandes im Kasten auf die Resultate habe, machte man folgende Versuche.

Dritte Reihe von Versuchen. Man nahm einen Kasten von 38¼ Z. lang, 19 Z. breit und 30½ Z. hoch, füllte ihn mit Sand und wiederholte die Versuche mit einer Oeffnung von derselben Breite wie vorhin.

Ohne Belastung öffnete sich der Boden bei 53⅓ Pfd. Gegengewicht; unter 213 Pfd. Belastung bei 55½ Pfd. Gegengewicht und unter 427 Pfd. Belastung bei 83¼ Pfd. Gegengewicht.

Hierauf verminderte man die *Höhe* des Sandes bis auf 11½ Z., und nun öffnete sich der Boden ohne Belastung bei 79 Pfd. Gegengewicht, unter 213 Pfd. Belastung bei 126 Pfd. und unter 427 Pfd. Belastung bei 164⅓ Pfd. Gegengewicht.

Man verminderte weiter die *Höhe* des Sandes bis auf 7⅔ Z., und nun öffnete sich der Boden ohne Belastung des Sandes bei 66 Pfd., unter 213 Pfd. Belastung bei 138¾ Pfd., und unter 427 Pfd. Belastung bei 218 Pfd. Gegengewicht.

Vierte Reihe von Versuchen. Um zu sehen, ob der Einflufs der *Höhe* des Sandes auch noch bleibe, wenn man die Oeffnung im Boden vergröfserte, machte man dieselbe 28⅔ Z. weit, so dafs sie, wie immer, 19 Z. lang, aber nur 28⅔ Z. breit war. Man schüttete 11½ Z. hoch Sand in den Kasten und verfuhr wie vorhin.

Ohne Belastung des Sandes öffnete sich der Boden bei 427 Pfd., unter 213 Pfd. Belastung, bei 501½ Pfd. und unter 854 Pfd. Belastung bei 879½ Pfd. Gegengewicht.

Man schüttete 23 Z. hoch Sand in den Kasten, und nun öffnete sich der Boden *ohne* Belastung des Sandes bei 200⅔ Pfd., unter 427 Pfd. Belastung bei 237 Pfd. und unter 854 Pfd. Belastung bei 320 Pfd. Gegengewicht.

Endlich schüttete man $30\frac{1}{2}$ Z. hoch Sand in den Kasten, und nun öffnete sich der Boden unter einer Belastung des Sandes von 427 Pfd. bei 254 Pfd. Gegengewicht.

Bei allen diesen Versuchen hatte man die Belastung des Sandes auf eine hölzerne Tafel gelegt, die etwas kleiner war als die Oeffnung im Boden des Kastens. Man bemerkte, dafs, wenn man die Belastung auf die Ränder der Tafel legte, der Druck auf den Boden um etwas abnahm. Die Zunahme der Reibung war also gröfser als die der Belastung. Um den Einflufs der Gröfse der Tafel auf den Druck auf den beweglichen Theil des Bodens zu ermitteln, machte man folgende Versuche.

Fünfte Reihe von Versuchen. Die Oeffnung im Boden war stets $28\frac{2}{3}$ Z. breit. Als 23 Zoll hoch Sand im Kasten sich befand, legte man auf den Sand eine $36\frac{2}{3}$ Z. lange und $18\frac{2}{3}$ Z. breite Tafel. Man belud dieselbe mit 854 Pfd., und der Boden öffnete sich bei 228 Pfd. Gegengewicht. Als nur $7\frac{2}{3}$ Z. hoch Sand im Kasten waren, öffnete sich der Boden bei 213 Pfd. Gegengewicht.

Man verminderte hierauf die Breite der Oeffnung des Bodens bis auf $15\frac{1}{3}$ Z. und schüttete $15\frac{1}{3}$ Z. hoch Sand in den Kasten. Hierauf verminderte man allmälig die *Länge* der Tafel, welche die Belastung des Sandes trug, während ihre Breite immer $18\frac{1}{3}$ Zoll blieb. *Ohne* Belastung öffnete sich der Boden bei 79 Pfd. Gegengewicht. Unter einer Belastung von 427 Pfd. öffnete sich der Boden

Bei 79 Pfd. Gegengewicht, als die Tafel, welche die Belastung trug, $36\frac{2}{3}$ und $30\frac{1}{2}$ Z. lang war;
Bei 66 Pfd. Gegengewicht, als die Tafel $28\frac{2}{3}$ Z. lang war;
Bei 68 Pfd. - - - - - - - - 25 und 23 Z. lang war;
Bei $70\frac{1}{2}$ Pfd. - - - - - - - - 21 und 19 Z. lang war;
Bei $72\frac{1}{2}$ Pfd. - - - - - - - - $17\frac{1}{4}$ Z. lang war;
Bei 81 Pfd. - - - - - - - - $15\frac{1}{4}$ Z. lang war;
Bei $87\frac{1}{2}$ Pfd. - - - - - - - - $13\frac{1}{3}$ Z. lang war;
Bei 96 Pfd. - - - - - - - - $11\frac{1}{2}$ Z. lang war;
Bei 113 Pfd. - - - - - - - - $9\frac{1}{2}$ Z. lang war;
Bei $196\frac{1}{2}$ Pfd. - - - - - - - - $7\frac{2}{3}$ Z. lang war.

So lange die Tafel länger als 23 Zoll war, blieb die Belastung unbeweglich und die untere Wageschale nahm nur ein Sandprisma *abcd* Fig. 13.

mit sich hinweg. Aber als die Tafel kürzer war, sank sie mit der Wageschale hinab.

Als die Tafel noch 23 Z. lang war, verdoppelte man die Belastung, aber die Wageschale wich bei demselben Gegengewicht von 68 Pfd. wie bei der einfachen Belastung.

Endlich verminderte man unter der 23 Z. langen Tafel die Höhe des Sandes bis auf $7\frac{2}{3}$ Z. und die Wageschale wich unter der Belastung von 427 Pfd. bei 77 Pfd. Gegengewicht.

Die Eigenschaft des Sandes, sich nicht selbst in die Wage setzen zu können und, wenn er einstürzt, immer eine gewisse Böschung anzunehmen, erklärt die Entstehung des kleinen Gewölbes bei den ersten Versuchen. Es seien nemlich *ad* und *bc*, Fig. 12., die Böschungen, mit welchen der Sand von selbst stehen bleibt, so hindern die Cohäsion und die Reibung in diesen Linien den Fall des Prisma *adcb;* aber die Theile dieses Prisma werden nicht gleich stark gehalten. Betrachten wir in dem Gewölbe *apb* die Pressungen auf die beiden kleinen Prismen *bfe* und *bfhg*. Beide werden von dem Prisma *hgck,* welches auf *bc* hinunter zu gleiten strebt, in den leeren Raum hinausgedrängt. Aber auf das Prisma *bfe* wirkt in anderer Richtung das Prisma *efnc* und auf das Prisma *bfhg* das Prisma *fhmn.* Es ist also natürlich, daſs das Prisma *abp* sich zuerst ablöset und daſs sich das Gewölbe bildet.

So wie der Theil des Bodens *ab* anfängt zu weichen, nimmt die Last, welche er trug, allmälig ab: so wie aber die Sandtheile, nachdem sie zusammengepreſst worden sind, das Gewölbe gebildet haben, trägt *ab* nichts weiter mehr als das Prisma *abp,* welches sich abgelöset hat.

Aus dem, was wir über die kleinen Prismen *bfe* und *bfgh* bemerkten, folgt, daſs die Standfestigkeit des Gewölbes nach seinem Gipfel hin und in gröſserer Entfernung von seinen Widerlagen *ad* und *bc* abnimmt. In der That bricht auch das Gewölbe an seinem Gipfel ein, wenn man die Oeffnung *ab* vergröſsert.

Aus den Resultaten der zweiten Versuchs-Reihe folgt, daſs das Gewölbe, obgleich es nicht mehr allein sich erhalten konnte, dennoch dazu beitrug, den beweglichen Theil des Bodens zu entlasten; und zwar zunehmend mit der obern Belastung des Sandes.

Die dritte Reihe von Versuchen zeigt, daſs der Sand, wenn er weniger als eine gewisse Höhe hat, nicht mehr gegen einander sich stemmen

kann, um den anfänglichen Druck auf den beweglichen Theil des Bodens zu vermindern, und daſs über ein gewisses Maaſs hinaus, welches wahrscheinlich zu der Breite der Oeffnung im Verhältniſs steht, die Zunahme der Höhe des Sandes keine Wirkung mehr hat.

Die vierte Reihe der Versuche zeigt, daſs, wenn die Oeffnung im Boden des Kastens zu groſs ist, der Druck auf dieselbe, unter welchem der bewegliche Theil des Bodens weicht, viel weniger von dem ursprünglichen Druck auf diesen Theil verschieden ist. Der Einfluſs der Höhe des Sandes scheint weniger schnell abzunehmen; aber die Höhe ist nicht vermögend, das Stemmen des Sandes über der Oeffnung wieder herzustellen.

Endlich folgt aus der fünften Reihe von Versuchen, daſs, wenn ein Theil des Bodens nachgiebt, die obere Belastung des Sandes die Unterstützung nur auf eine der Breite der Oeffnung ungefähr gleiche Breite verliert. Diese Erscheinung war näher zu begründen nothwendig, damit man nicht dem Sande eine Wirkung zuschreibe, die nur von der Festigkeit der Tafel herkommen konnte, welche die Belastung trägt. Die Unterstützung der Belastung durch den Sand dürfte indessen in solchem Falle nicht dauernd sein, sondern der Sand dürfte wohl allmälig weiter nachgeben, bis seine Oberfläche einen dauernden Widerstand zu leisten im Stande ist.

Die Beobachtungen in dem Falle, wo der *ganze* Boden des Kastens nachgiebt, lassen sich auch auf den Fall anwenden, wo nur ein Theil des Bodens weicht. Die Reibung an den Wänden geht alsdann in die gegen die Böschungen *ad* und *bc* (Fig. 13.) über, welche der Sand annimmt, und das Anhängen an die Wände in die Cohäsion des Sandes. Zu bemerken ist dabei, daſs das Prisma *abcd,* welches sich abzulösen strebt, sich nicht eher in Bewegung setzen kann, ehe nicht eine Aenderung der Lage der Sandtheile vorhergegangen ist und sie aus der Form eines Gewölbebogens gebracht hat. Diese Aenderung beginnt, wie man sahe, bei dem Prisma *aeb,* welches weniger Unterstützung hat, als die übrige Masse. So wie die Oeffnung *ab* sich erweitert, wird der Bruch, da die Cohäsion die nemliche bleibt, in der Gegend *ef* leichter, und sobald er erfolgt, geht der Fall in den über, wo der *ganze* Boden ausweicht, also in den, wo die Pressungen auf den nachgebenden Theil des Bodens, die nur durch die Reibung vermindert werden, mit der obern Belastung zunehmen.

Obgleich die Eigenschaft des Sandes, sich über den Theil des Bodens, welcher nachgiebt, zu wölben, nur für eine gewisse Ausdehnung

dieses Theils Statt hat, ist sie gleichwohl sehr wichtig für die Anwendung des Sandes zu Fundamenten. Da in der That die Bewegungen der obern Mauern sehr langsam vor sich gehen, so weichen die Pressungen auf die beweglichen Theile des Bodens nur wenig von den ursprünglichen Pressungen auf dieselben ab. So wie ein Theil des Bodens nachgiebt, wird er auf Kosten der ihn umgebenden Flächen entlastet werden und es werden sich eine Menge kleiner Gewölbe bilden, die sich auf die festesten Flächentheile des Bodens stützen; und das wird so lange fortdauern, bis der Boden diejenige Gestalt angenommen hat, in welcher sein Widerstand überall gleich stark ist und die Sandmasse, deren Form sich gleichzeitig ändert, nun auf alle Flächentheile des Bodens gleich stark sich stützt.

Die Wageschale schien uns das sicherste Mittel zu sein, um den Druck des Sandes auf den Boden des Kastens zu messen. Unsere Resultate weichen von denen ab, welche Herr *Moreau* in No. 11. des Mémorials verzeichnet hat. Da wir nicht im Detail seine Operationsweise kennen, so können wir die Ursachen der Abweichung nicht angeben. Hat er die Gewichte, mit welchen er die Oberfläche des Sandes belastete, auf eine Tafel gelegt, die gröfser war als die Oeffnung des Kastenbodens, oder wären die Gewichte selbst so grofs, dafs sie auf einen gröfsern Theil der Sandmasse ruhten, als der, welcher nachgeben konnte, so würden seine Resultate sich den unsrigen bei der *fünften* Reihe der Versuche anschliefsen.

Nachdem wir zu ermitteln gesucht hatten, wie es sich mit dem Drucke des Sandes auf den *Boden* des Kastens verhalte, wenn derselbe ganz oder theilweise nachgiebt, haben wir auch die Wirkung des Sandes auf die *Seitenwände* zu messen gesucht.

Zu dem Ende nahmen wir einen Kasten von 26$\frac{3}{4}$ Z. lang, 26$\frac{3}{4}$ Z. hoch und 22 Z. breit. Die eine seiner senkrechten, 22 Z. langen Seitenwände wurde aus zwei Theilen ab und cd (Fig. 14.), jeder von 13$\frac{3}{8}$ Z. hoch, zusammengesetzt, welche Theile sich von oben nach unten verschieben liefsen. Nachdem der Kasten mit Sand gefüllt war, konnte man durch die beiden beweglichen Bretter an einer beliebigen Stelle der Wand ef eine Oeffnung machen. Mit dieser Vorrichtung ergaben sich folgende Resultate.

Wenn man die beiden beweglichen Bretter ab und cd um weniger als 7$\frac{2}{3}$ Zoll von einander entfernte, so erhielt sich der Sand allein. Vergröfserte man die Oeffnung ac, so lösete sich ein Prisma $aghk$ ab;

und machte man sie $13\frac{1}{3}$ Zoll weit, so rann der Sand hinaus, bis zu der Böschung *ab*. Der Erfolg war der nemliche für alle Stellen der Wand *ef*, in so fern nur oben der Sand noch etwa 4 Z. hoch stand. Schob man *beide* Bretter hinab, um eine oben *offene* Oeffnung zu bilden, so hielt sich der Sand nun auf $7\frac{2}{3}$ Z. hoch von selbst, und rann aus, wenn die Oeffnung höher war. Auch wenn man den Sand mit 427 und 854 Pfund belastete, war der Erfolg der nemliche.

Man sieht hieraus, dafs es sich mit dem Drucke des Sandes auf die Seitenwände eines Kastens fast eben so verhält, wie mit dem Drucke auf den Boden. Fehlt ein Theil einer Seitenwand, so stemmt sich der Sand, und der Druck geht auf die widerstehenden Theile über. Aber über eine gewisse Gröfse der Oeffnung hinaus, ist der Zusammenhang und die Reibung der Sandtheile nicht mehr stark genug, um die Körner zurück zu halten, und sie rinnen aus. Auch die obige Erklärung von der Bildung des kleinen Gewölbes über der Oeffnung im Boden wird durch das, was an der Seiten-Oeffnung mit dem Prisma *aghk* erfolgte, bestätigt. In beiden Fällen sind die Körner, welche der Druck der obern Schichten nicht mehr gegen feste Puncte pressen kann, die ersten, welche der Wirkung der Schwere nachgeben.

Wir haben bis jetzt noch nicht von der *Böschung* gesprochen, welche der Sand annimmt, wenn er nicht *seitwärts* gehalten wird. Dieselbe scheint, je nach dem Grade der Feuchtigkeit des Sandes und der Belastung desselben, *verschieden* zu sein. Bei unseren Versuchen war der Winkel, den die Böschung mit dem Horizonte macht, nie kleiner als 45 Grad; wenn man aber den Sand anfeuchtete, so war er viel stärker. Die Zusammendrückung der Masse wirkte noch merklicher; öfters war die Höhe der Böschung dreimal so grofs als der Auslauf; aber der geringste Anstofs veränderte die Böschung. Wenn man eine Sandmasse, deren Böschung 45 Grad ist, stark belastet, so nimmt die Höhe ab; die Masse wird seitwärts weggedrängt, aber die Böschungen weichen fast parallel mit sich selbst und behalten den Abhang von 45 Graden. Dieser Abhang scheint also als derjenige betrachtet werden zu müssen, der dem Sande, mit welchem wir operirten, natürlich ist.

Man konnte den Druck, welchen der Sand auf senkrechte Seitenwände ausübt, aus der Wirkung des dem gröfsten Seitenschube entsprechenden Prisma's berechnen. Wir haben aber gesucht, die Grundfläche

zu ermitteln, welche eine Sandmasse haben mufs, damit die Seitenschichten durch eine auf die Masse gebrachte Last nicht weggeschoben werden.

Zu dem Ende haben wir einen Kasten ohne Boden Fig. 15. genommen, 11 F. 2 Z. lang, 6 F. $4\frac{1}{2}$ Z. breit und 3 F. $2\frac{1}{4}$ Z. hoch. Nachdem dieser Kasten auf einen wohlgeebneten Boden gestellt war, wurde er mit Sand gefüllt und es wurden an der einen Seite Klumpen gegossenen Eisens, 291 Ctr. schwer, aufgepackt, ruhend auf einer Tafel aus hölzernen Bohlen, 6 F. $\frac{2}{3}$ Z. lang und 2 F. $6\frac{1}{2}$ Z. breit, so dafs also der Druck 18,85 Ctr. auf den Quadratfufs betrug. Während der Belastung senkte sich die belastete Tafel nicht über $1\frac{1}{3}$ Linien. Man liefs die Masse bis zum nächsten Tage stehen, und es fand sich, dafs die Senkung nicht zugenommen hatte, auch dafs an den Seiten die Sandkörner ihre Lage nicht im geringsten verändert hatten. Nachdem man nun die 6 F. $4\frac{1}{2}$ Z. lange und 3 F. $2\frac{1}{4}$ Z. hohe Wand an der von der Belastung entferntesten Seite des Kastens weggenommen hatte, rann daselbst der Sand hinunter und nahm eine Böschung von etwa 45 Graden an, ohne dafs die Belastung die geringste Bewegung machte. So blieb es auch und der Sand nahm immer eine gleiche, mit der ersten parallele Böschung an, als man allmälig am Fufse der Böschung Sand wegnahm. Als man aber endlich bis zu dem Puncte a gekommen war, für welchen der zugehörige Punct g der Krone der Böschung nur noch 3 F. 4 Z. von dem Fufse der Belastung entfernt war, neigte sich dieselbe, und stürzte zusammen. Bis dahin also wirkte der Seitenschub der Belastung. Setzte man daher in ab eine verticale Wand ab, so würde solche nur dem Seitendrucke des Prisma bac zu widerstehen haben.

Um zu finden, welchem Drucke das Prisma $adeg$ widersteht, wollen wir annehmen, der Sand, auf welchem die Belastung ruht, werde durch eine verticale Wand ed gehalten, so wird der gröfste Seitenschub durch

$$P = \tfrac{1}{2}p \tang \tfrac{1}{2}\alpha^2 . h(h-h')$$

ausgedrückt. *(Mém. de l'offic. du génie No. 4. pag. 167.)* Die Werthe der Buchstaben sind in dem gegenwärtigen Falle folgende. Der Cubikfufs Sand wiegt 111 Pfd., und aus den obigen Versuchen sahen wir, dafs die Höhe h', auf welche er sich senkrecht stehend erhält, $7\frac{2}{3}$ Zoll ist. Dieses giebt $P = 1303$ Pfd. Nun ist das Gewicht des Sand-Prisma $adeg$, welches diesem Seitendrucke widersteht, $= 11{,}135$ Pfd., und folglich ist das

Verhältnifs zu $P = \frac{11135}{1303} = 8{,}55$. Die Reibung des Sandes auf dem Boden wird zwar dieses Verhältnifs je nach den Maafsen der Sandmasse ändern, aber doch nur innerhalb enger Grenzen, welche aus weiteren Versuchen sich finden müssen. Welcher auch der Boden sein mag, auf welchen man zu bauen hat: immer werden die Seitenwände einen gewissen Widerstand leisten und man wird entweder durch die Grundfläche der Sandmasse oder durch Einfassungen mit Béton oder mit Bohlen die Wände so fest machen können, dafs sie durch den Seitendruck nicht weggedrängt werden.

Um mehr im Grofsen die Anwendbarkeit des Sandes zur Fundamentirung zu ermitteln und zugleich zu erforschen, in wiefern darauf bei den zur Vergröfserung der Festungswerke von Bayonne bestimmten Bauwerken zu rechnen sein werde, hat man an dem Rande des Grabens der Contre-Escarpe des nördlichen Bastions, an einer Stelle, wo die Sonde bis auf 64 F. tief nur schlammigen Sand zeigte, zwei Versuche gemacht, die wir beschreiben wollen.

Erster Versuch. Fig. 16. Man grub ein 3 F. 10 Z. langes und breites und 9 F. tiefes Loch, dessen Boden noch 4 F. 2 Z. unter dem Festunggraben lag, der gewöhnlich voll Wasser ist. Dieses Loch wurde bis zu 3 F. 10 Z. hoch mit Sand gefüllt. Auf diesen Sand legte man eine 2 Z. dicke und 3 F. 10 Z. lange und breite Tafel von Eichenholz. Da die Seitenwände ein wenig nachgestürzt waren, so war die Tafel etwas kleiner als die Aushöhlung, so dafs sie an ihren vier Seiten nicht ganz den Sand bedeckte.

Nachdem die Tafel horizontal gelegt und von einem Manne festgetreten war, maafs man ihre Höhe mit einer Libellenwage und belud sie darauf mit 580 Klumpen gegossenen Eisens, jeder 106,715 Pfd. schwer, also mit 563 Ctr. Gewicht. Während der Belastung sank die Tafel 29,82 Linien tief. Man liefs die Last 14 Tage ruhen und beobachtete alle zwei Tage die Höhe der Tafel gegen einen festen Punct. Die beobachteten Senkungen waren folgende:

Am 22. November, während der Belastung, . . .	29,82	Linien,
Am 24. - - - - - - - . . .	22,94	- -
Am 26. - - - - - - - . . .	2,29	- -
Am 28. - - - - - - - . . .	1,15	- -
Bis hierher	56,20	Linien,

Bis hierher	56,20 Linien,
Am 1. Dezember, - - - - - -	1,15 - -
Am 3. - - - - - - -	0,14 - -
Am 5. - - - - - - -	0,14 - -
Am 7. - - - - - - -	0,14 Linien.
Zusammen	57,77 Linien.

In den ersten drei Tagen nahm die 10 F. hohe Belastung eine etwas schiefe Stellung an, blieb aber hernach in derselben, ohne weitere Veränderung. Als man am 7. December die Belastung wieder weggenommen hatte, bemerkte man, dafs die hölzerne Tafel fast gar nicht in den Sand eingedrückt worden war; eben wie man es auch bei allen obigen Versuchen wahrgenommen hatte.

Zweiter Versuch. Fig. 16. Von der vorigen Aushöhlung 9½ F. entfernt, machte man eine zweite, ähnliche, deren Boden aber 20 Z. höher lag, also etwa so hoch als die Mitte der Sandmasse in der ersten. Auf den Boden dieser Aushöhlung legte man eine Tafel von Bohlen, ähnlich derjenigen, die *auf den Sand* gelegt worden war, und auch auf dieselbe Weise, wie diese. Man merkte ihre Höhe und begann die Belastung, während welcher sich die Tafel um 123,87 Linien senkte. Da sich die Belastung stark auf die eine Seite neigte, so mufste man mehr davon auf die entgegengesetzte Seite bringen, wo sie denn auch bis zu Schlusse des Versuches blieb. Folgendes sind die beobachteten Senkungen:

Am 8. December, während der Belastung, . . .	123,87 Linien,
Am 10. - - - - - - - . . .	13,76 - -
Am 12. - - - - - - - . . .	6,17 - -
Am 14. - - - - - - - . . .	4,58 - -
Am 16. - - - - - - - . . .	5,73 - -
Am 18. - - - - - - - . . .	3,44 - -
Am 20. - - - - - - - . . .	— - -
Am 22. - - - - - - - . . .	— - -
Zusammen	160,55 Linien.

Während der beiden Versuche blieben die beiden Aushöhlungen voll Wasser, bis auf etwa 3 F. 2 Z. unter dem obern Rande. Man hatte das Wasser nur ausgeschöpft, um die Tafel legen zu können. Der schon schlammige Boden war also stets mit dem Wasser in Berührung. Aus

dem Vergleiche der Resultate der beiden Versuche sieht man, dafs die Last, auf den Sand gelegt, fast nur um den dritten Theil so tief sich eindrückte, als auf den Boden unmittelbar gebracht; und zwar kommt fast der ganze Unterschied der Senkung auf diejenige während der Belastung.

Die Ergebnisse der beiden Versuche sind offenbar zum Vortheile der Fundamentirung auf Sand; nicht allein wegen der geringern Senkung, sondern auch wegen der Schwierigkeit, die man hatte, das Umstürzen der Belastung der unmittelbar auf den Boden gelegten Tafel zu verhindern. Man hatte zu den Versuchen den Vorsprung der Contre-Escarpe des nördlichen Bastions gewählt, weil dieses eine der Stellen ist, wo die neue Einschliefsung der Festung durchgehen soll. Da die Belastung der hölzernen Tafel $38\frac{1}{2}$ Ctr. auf den Quadrat-Fufs betrug, so ist sie etwa derjenigen gleich, welche eine 32 F. hohe Mauer ohne breiteres Fundament hervorbringen würde. Die neuen Mauern werden freilich noch an $9\frac{1}{2}$ F. tiefer hinunterreichen müssen, als der Boden unserer tiefsten Aushöhlung lag, aber es ist wahrscheinlich, dafs der Boden um so fester sein werde, je tiefer man gräbt.

Da die Sandmasse bei dem ersten Versuch unten nicht breiter als oben war, so hat die Neigung der Belastung von dem Ausweichen der Seitenwände herrühren können. Um den Einflufs dieser Ausweichung auf die Senkung zu schätzen, kann man, wie oben, die Wirkung auf eine der Seitenwände aus dem Prisma des gröfsten Seitenschubes und aus der Last, die demselben aufgelegt war, berechnen. Es findet sich, dafs der Schub auf jede Wand 3035 Pfd. beträgt. Der gesammte Schub war also 12140 Pfd. Das gesammte Gewicht des Sandes und der Belastung war 68100 Pfd. Also findet man $\frac{68100}{12140} = 5{,}61$. Die gesammte Senkung betrug 51,77 Linien: also kann diejenige, welche von dem *Seitendruck* herrührt, auf $\frac{51{,}77}{5{,}61} = 9{,}23$ Linien geschätzt werden. Daraus folgt, dafs, wenn man die Fundamentirung unten hinreichend breiter gemacht hätte, um die Wirkung des Seitendrucks zu heben, diese Senkung nur 42,54 Linien betragen haben würde. Bei den entworfenen Bauwerken ist auf die Verhinderung des Seitenschubes gerechnet worden und man wird den Mauern so breite Fundamente geben, dafs der verticale Druck nur 27 Ctr. auf den Quadratfufs beträgt, so dafs die Senkung sich auf 32 Linien vermindern dürfte.

Wenn man *übersichtlich* die Eigenschaften des Sandes erwägt, so läſst sich Folgendes schlieſsen.

Erstlich. Der Seitenschub, wie man ihn auch betrachten möge, kann niemals den verticalen Druck des Sandes vermindern. Der verticale Druck ist immer dem Gewicht des Sandes, zusammen mit der Belastung, gleich, und der Sand kann nur dazu dienen, diesen Druck *gleichförmig zu vertheilen.*

Zweitens. Da die Wirkung des Ausweichens nach der Seite nur die Senkungen der auf den Sand gesetzten Gebäude vermehren und verursachen kann, daſs sich die Mauern nach der Seite neigen, besonders wenn die senkrechten Wände oben nach der Seite gedrückt werden, so muſs man dieses Ausweichen dadurch zu verhindern suchen, daſs man der Sandmasse eine dem Widerstande der senkrechten Wände der Aushöhlung angemessene gröſsere Grundfläche giebt.

Drittens. Der Sand hat nicht die Eigenschaft, sich auf so groſse Spannungen zu wölben, daſs der Seitenschub, der daraus entstehen würde, die Seitenwände wegschiebt, während die Belastung selbst sie eindrückt.

Viertens. Die Eigenschaft des Sandes, sich über einzelne Theile der Grundfläche, welche nachgeben, zu wölben, hindert, daſs ungleiche Widerstände des Bodens Risse in den Mauern hervorbringen und trägt dazu bei, dem Boden eine solche Form zu geben, daſs sein Widerstand überall gleich ist.

Fünftens. Wenn der Boden, auf welchem eine Sandmasse ruht, ungleich nachzugeben anfängt, so ändert die Sandmasse, welche unpreſsbar ist, wenn sie auch von oben durch die Mauerschichten ungleich gedrückt wird, ihre Form so, daſs sich das Gleichgewicht an der Grundfläche herstellt. Zahlreiche Versuche haben gezeigt, daſs der Sand nur dann vollständig sich senkt, wenn er *im Wasser* ist. Man kann ihn daher nur dann erst als unpreſsbar betrachten, wenn man ihn hat vor der Gründung der ersten Mauerschicht unter Wasser setzen können.

Sechstens. Die Beweglichkeit und die Unpreſsbarkeit des Sandes sind allein die Eigenschaften, welche ihn zur Fundamentirung mit groſsem Vortheile anwendbar machen. Wenn man nicht auf die Kosten sieht, ersetzt ihn eine Masse von Mauerwerk in hydraulischem, schnell bindenden Mörtel.

Nachbemerkung des Herausgebers.

Es lassen sich, wie schon in der Vorbemerkung zu den vorstehenden Aufsätzen angedeutet, zunächst im Allgemeinen zwei wesentlich verschiedene Fundamentirungs-Arten auf weichem Boden unterscheiden. Die eine ist: auf irgend eine Weise, sei es mit vollen Mauern, oder mit Pfeilern, welche entweder frei oder in eingesenkten Brunnen aufgemauert werden, oder mit einem Pfahlrost, bis auf den *festen* Boden hinunter zu gehen. Die zweite ist: der Last des Gebäudes auf irgend eine Weise auf dem weichen Boden eine Unterstützung zu verschaffen, welche hinreicht, entweder das Sinken der Mauern ganz zu hindern, oder doch zu machen, dafs es nur unbedeutend sei und nicht *ungleich,* sondern *gleichförmig* erfolge.

Die erste Fundamentirungs-Art wird man, wenn sie irgend ausführbar und nicht gar zu kostbar ist, allemal der zweiten vorziehen; aber sie ist häufig nur allzu kostbar, und es kann kommen, dafs sie gar nicht ausführbar ist. Es kann sein, dafs der feste Boden so sehr tief liegt, dafs Pfähle, selbst aufeinandergesetzt, ihn gar nicht erreichen; in welchem Falle dann auch volle Mauern, oder Pfeiler bis in die Tiefe, gar zu theuer und vielleicht ebenfalls kaum ausführbar sein würden; oder aber, wenn auch der feste Boden nicht gar zu tief liegt, so können doch wenigstens hölzerne Pfähle wegen der Abwechselung der Trockenheit und Nässe nicht anwendbar sein, in welchem Falle dann wieder nur die sehr kostbaren gemauerten Pfeiler übrig bleiben.

Die zweite Fundamentirungs-Art verdient daher jedenfalls alle Berücksichtigung und es können dadurch öfters nicht allein sehr grofse Kosten erspart werden, sondern diese Fundamentirung kann auch sogar ein letztes Aushülfsmittel in den Fällen gewähren, wo die erste Art gar nicht mehr practicabel ist.

Im Allgemeinen lassen sich wieder zwei wesentlich von einander abweichende Mittel für diese *zweite* Fundamentirungs-Art unterscheiden. Entweder nemlich kann man den weichen Boden zunächst unter den darauf zu setzenden Mauern in dem Maafse *zusammen zu drücken* suchen, dafs er einem festen Boden ähnlich und stark genug wird, die Mauern gleichförmig zu tragen: oder man kann die Last der Mauern so zu *vertheilen,* also ihr eine so breite Fläche unterzulegen suchen, dafs auch der weiche Boden ohne weiteres die Last trägt. Auch kann man beide Mittel vereinigen.

Bei dem *ersten* Mittel ist es, wie oben der Herr Hauptmann *Moreau* gewifs sehr richtig bemerkte, keinesweges hinreichend, den weichen Boden blofs von der *Oberfläche* aus durch Stampfen und Rammen zusammen zu pressen, was jedenfalls nur sehr wenig wirksam sein würde; sondern die Zusammenpressung mufs nothwendig möglichst *in die Tiefe* reichen. Dieses führt dann darauf, in den Boden hölzerne Pfähle zu treiben und, wenn sie etwa wegen der Trockenheit des Bodens nicht *bleiben* dürfen, sie, nach der sinnreichen Art des Herrn Obersten *Durbach,* wieder herauszuziehen und die Löcher mit Sand oder zerschlagenen Steinen zu füllen; denn es kommt, um den Boden *zusammen zu pressen,* darauf an, in den Raum, welchen er einnimmt, *neue* unprefsbare Körper zu bringen, die sich vorher nicht darin befanden, damit derselbe Raum nun mehr Masse enthalte und also dadurch dichter werde.

Das *zweite* Mittel führt darauf, unter die Mauern irgend eine *Tafel* von beträchtlicher Gröfse zu legen, welche die Eigenschaft hat, den Druck zu *vertheilen;* und diese Tafel kann von Holz sein, falls sie beständig in Wasser zu liegen kommt, damit sie nicht verderbe, oder von Béton-Masse, oder, nach den obigen Versuchen zu schliefsen, auch *von Sand.*

Die erste Methode, den Boden durch Pfähle zusammen zu pressen, ist ebenfalls noch immer sehr theuer und reicht dabei nicht *sehr in die Tiefe;* denn wenn die Pfähle über 6 F. lang sind, so ist es, wie sich auch in dem oben beschriebenen Falle zeigte, zu schwierig, sie wieder herauszuziehen; desgleichen kann es, wenn der Boden sehr schlammig ist, auch wohl kommen, dafs die Löcher, welche die Pfähle gemacht haben, nicht offen bleiben, bis der Sand hineingeschüttet und gestampft ist, sondern wieder zuquellen.

Ganz vorzügliche Berücksichtigung verdient daher die Methode, eine *Tafel* zu legen, um die Last auf eine grofse Fläche zu vertheilen. Eine *hölzerne* Tafel ist dazu ganz gut geeignet, besonders wenn sie aus dreifach, kreuzweise, dicht an- und übereinander gelegten Bohlen auf die Weise gemacht wird, wie es z. B. in Potsdam bei den Gebäuden auf dem Hofe der Eisenbahn zwischen Berlin und Potsdam geschehen ist. (Ein späterer Aufsatz in diesem Journal wird davon Nachricht geben.) Aber es ist unumgänglich nöthig, dafs die hölzerne Tafel *so tief* gelegt werde, dafs sie nie *trocken* wird, und das kann wieder, wenn das Grundwasser *sehr* tief liegt, wegen der hohen Fundamente, die dann bis zu der Oberfläche des Terrains

aufgemauert werden müssen, sehr kostbar sein. Eine Tafel von Béton kann auch eher höher liegen, obwohl es ebenfalls besser ist, wenn sie beständig im Wasser bleibt, und Versuche im Grofsen müssen erst ergeben, *wie dick* sie sein mufs, um z. B. eine hölzerne Tafel ganz zu ersetzen, und jedenfalls möchte sie wohl ebenfalls sehr kostbar sein. Eine Tafel von *Sand* dagegen kann hoch oder niedrig liegen, und sie würde daher *überall* aushelfen, in so fern es sich nur durch Erfahrungen im Grofsen bestätigt, dafs eine solche Sandmasse wirklich die Eigenschaft hat, die Last gleichförmig zu *vertheilen.* Dafs sie diese Eigenschaft auf *kleine* Ausdehnungen habe, läfst sich nach den obigen Versuchen kaum bezweifeln; auch läfst sich solches nach den obigen Betrachtungen des Herrn Hauptmann *Niel* sehr gut einsehen. Sobald nemlich einzelne kleine Theile des Bodens unter der Sandmasse nachzugeben *anfangen,* wölbt sich der Sand über denselben, der Druck wird auf die *angrenzenden* Bodenflächen vertheilt, und *zugleich* wird die Fläche, welche nachgab, *erleichtert,* so dafs sie *nicht weiter* sinkt, *ehe* nicht etwa die angrenzenden Flächentheile unter dem *verstärkten* Druck auf dieselben ebenfalls gesunken sind; woraus dann allerdings eine wirkliche *Vertheilung* des Drucks entsteht, die so weit fortgeht, bis die einzelnen Flächentheile des Bodens, jedes mit seiner ihm eigenthümlichen Widerstandskraft, an dem Tragen der Last Theil nehmen; was auch Alles geschehen kann, ohne dafs eine *grofse* Veränderung in der Lage der Theile der Sandmasse nöthig wäre. Es fragt sich aber nur, ob die Sandmasse auch im Stande sei, den Druck auf *gröfsere* Entfernungen zu vertheilen; was nöthig sein würde, wenn ganze *gröfsere* Theile der Fläche des Bodens zwar *in sich* einen gleichförmigen, aber *gegen einander* eine sehr verschiedene Tragkraft haben, wie es z. B. der Fall sein könnte, wenn der weiche Boden unter der Sandmasse über dem untern festen Boden noch *sehr verschieden hoch* läge. Dafs auch *dieses* wirklich der Fall sei, ist gar nicht unwahrscheinlich; und zwar läfst es sich aus einer sehr einfachen, allgemeinen Thatsache vermuthen. Wenn man nemlich beim Fundamentgraben auf eine 3 Fufs, oder gar 4, 5, 6 Fufs dicke Sand- oder Kiesschicht kommt, so wird man wohl meistens, ohne weiter zu sondiren, was *unter* dieser Schicht sich befinde, die Mauern dreist darauf setzen, und sie werden auch haltbar sein. Das Mittel, eine Sandtafel zur Fundamentirung anzuwenden, wäre also in der That nichts weiter, als eine künstliche Nachahmung dessen, was die *Natur* für das Bauen

that, und nichts anders, als die *künstliche* Hervorbringung einer Unterstützung für die Mauern, in den Fällen, wo die Natur sie versagt hat.

Auf diese Weise die Fundamentirung auf Sand betrachtet, scheint es mir denn aber auch (und dies ist die Bemerkung, die der Herausgeber hier vorzüglich sich erlauben wollte), dafs man niemals *blofs unter die Mauern* Sand legen dürfe, sondern dafs man der Natur *ganz* nachahmen und unter die *ganze Fläche* des Gebäudes, *ganz durchgehend* und an den Seiten noch hinreichend weit überstehend, eine hinreichend dicke Sandmasse bringen müsse, ausgenommen etwa den Fall, wo das Gebäude mit weit von einander entfernten Mauern einen ganz hohlen Raum einschliefst, in welchem Falle dann aber die Sandmasse unter den Mauern immer noch *sehr breit* sein müfste. Dafs die überstehende Breite, nebst der Böschung der Sandmasse, in der That ganz nothwendig und ganz wirksam sei, zeigt deutlich der letzte Versuch des Herrn Hauptmann *Niel.* Die Belastungssäule blieb fest stehen, so lange die Böschung der Sandmasse von dem Fufse der Last noch weit genug entfernt war: aber sie stürzte zusammen, sobald sie ihr zu nahe kam. Ich würde rathen, unter ein schweres, etwa 4 Stockwerke hohes Gebäude immer eine wenigstens 6 F. dicke, ganz durchgehende Sandmasse, schichtweise gestampft, zu legen, die nach allen Seiten noch wenigstens um die $1\frac{1}{2}$fache Dicke der Masse, also 9 F. breit übersteht und dann aufserdem noch eine wenigstens 1füfsige Böschung hat. Baut man auf aufgeschüttetem trocknen Boden, so würde es gut sein, falls es irgend angeht, den aufgeschütteten Boden *ganz* auszugraben (besonders dann, wenn er *ungleich* hoch liegt), und statt seiner Sand einzuschütten. Die Kosten von allem Diesen werden immer noch nicht *unverhältnifsmäfsig* hoch sein, falls nicht etwa der Sand selbst fehlt und weit hergeholt werden mufs; was selten ist, und in welchem Falle dann auch noch gesiebter Mauerschutt seine Stelle vertreten helfen kann; denn das Ausgraben und Einschütten von Erde und Sand ist an sich kein sehr kostbarer Gegenstand. Das Ausgraben kann im nassen und quelligen Boden allerdings theuer sein, indessen ist es bis auf 6 F. tief immer noch, wenn etwa Fangedämme und das Ausschöpfen des Wassers sehr theuer wären, mit Handbaggern ohne zu grofse Kosten ausführbar. Am Ende kommt es freilich auf eine *Vergleichung* der Kosten an, um zu sehen, *welche* Fundamentirungs-Art die wohlfeilere sei. *Meistens* wird es aber wohl die auf Sand sein. Um dies *in Zahlen* zu sehen, desgleichen, auf welche

Weise es sich mit der *Vertheilung* der Last auf eine breite Tafel verhalte, wollen wir ein willkürliches, aber bestimmtes Beispiel annehmen.

Wir wollen setzen, es sei ein 4 Etagen, jede von 12 Fuſs hohes Haus, von 80 F. lang und 40 F. breit, mit gewölbten, 9 F. hohem Souterrain auf weichem Boden zu fundamentiren. Die Ringmauern sollen oben 1½ F. und in jeder nach unten folgenden Etage ½ F. dicker sein; die Scheidewände sollen in den beiden obern Stockwerken 1 F., in den beiden untern 1½ F., im Souterrain 2 F. dick sein; die Mittelwand, welche die Schornsteine enthält, soll von oben bis zum Souterrain 2 F., im Souterrain 2½ F. dick sein. Die unterste 2 F. hohe Schicht des Fundaments, die auf der Fundamentirungstafel steht, soll 1 Fuſs breiter sein als die Mauern, welche unmittelbar darauf stehen. Das Haus soll eine dicke Scheidewand der Länge nach und 4 dünne Scheidewände der Breite nach haben. Das Dach soll, 15 F. hoch, doppelt mit Bieberschwänzen bedeckt sein und gerade Giebel haben. Alsdann würde sich für das Gewicht der von der Fundamentirungstafel zu tragenden Last ungefähr Folgendes ergeben.

	2052	C. F. Mauerwerk in der untern 228 F. langen, 4½ F. breiten und 2 F. hohen Fundamentschicht unter den Umfangswänden;
	507½	C. F. Mauerwerk in der untern 72½ F. langen, 3½ F. breiten und 2 F. hohen Fundamentschicht unter der Mittelmauer;
	696	C. F. Mauerwerk in der untern 116 F. langen, 3 F. breiten und 2 F. hohen Fundamentschicht unter den Querscheidewänden;
	7402½	C. F. Mauerwerk in den 235 F. langen, 3½ F. dicken und 9 F. hohen Umfangswänden des Souterrains;
	1654	C. F. Mauerwerk in der 73½ F. langen, 2½ F. dicken und 9 F. hohen Mittelwand im Souterrain;
	2232	C. F. Mauerwerk in den 124 F. langen, 2 F. dicken und 9 F. hohen Querwänden im Souterrain;
	2006	C. F. Mauerwerk in eben so vielen Quadrat-Fuſs Gewölben mit Zwischenbogen über dem Souterrain;
	8892	C. F. Mauerwerk in den 228 F. langen, 3 F. dicken und 13 F. hohen Ringmauern des untersten Stockwerkes;
Bis hierher	25442	C. F. Mauerwerk.

Bis hierher	25442	C. F. Mauerwerk.	
	7475	C. F. Mauerwerk in den 230 F. langen, $2\frac{1}{2}$ F. dicken und 13 F. hohen Ringmauern des zweiten Stockwerkes;	
	6032	C. F. Mauerwerk in den 232 F. langen, 2 F. dicken und 13 F. hohen Ringmauern des dritten Stockwerkes;	
	4563	C. F. Mauerwerk in den 234 F. langen, $1\frac{1}{2}$ F. dicken und 13 F. hohen Ringmauern des vierten Stockwerkes;	
	7852	C. F. Mauerwerk in der $75\frac{1}{2}$ F. im Durchschnitt langen 2 F. dicken und 52 F. hohen Mittelwand;	
	5070	C. F. Mauerwerk in den 130 F. im Durchschnitt langen, $1\frac{1}{2}$ F. dicken und 26 F. hohen Querscheidewänden der beiden untern Stockwerke;	
	3568	C. F. Mauerwerk in den 138 F. im Durchschnitt langen, 1 F. dicken und 26 F. hohen Querscheidewänden der beiden obern Stockwerke;	
	600	C. F. Mauerwerk in den Giebeln;	
	816	C. F. Mauerwerk in den Schornsteinen unterm Dach.	
Zusammen	61418	C. F. Mauerwerk.	
	9100	C. F. ab für Thüren, Fenster und Nischen:	
Bleiben	52318	C. F. Mauerwerk zu 100 Pfd. im Durchschnitt, thut	47562 Ctr.
	9800	Q. F. hölzerne Decken mit Windelboden, Schalung und Fufsboden, zu 50 Pfd. im Durchschnitt, thut	4455 -
	1600	C. F. Holz zum Dachgerüst und den Latten, zu 45 Pfd., ...	655 -
	22	Tausend Dachziegel, zu 30 Ctr., ...	660 -
		Thüren, Fenster, Oefen und Treppen . .	560 -
		Hausgeräth und Bewohner	500 -
		Zusammen	54392 Ctr.

Nun beträgt die Fläche der untersten Fundamentschicht

$$228 \,.\, 4\tfrac{1}{2} + 72\tfrac{1}{2} \,.\, 3\tfrac{1}{2} + 116 \,.\, 3 = 1628 \text{ Quadratfufs.}$$

Es ruhen also auf jedem Quadratfufs derselben, angenommen, dafs die Last sich *gleichförmig* vertheile, $\frac{54392}{1628} = 33\frac{1}{2}$ Ctr. Macht man die untere Fundamentschicht um $\frac{1}{3}$ breiter, so kommen auf jeden Quadratfufs nur 25 Ctr.,

und legt man eine Tafel durch das ganze Gebäude, die auch nur auf 80.40 = 3200 Q. F. tragend angesehen werden mag, so kommen auf jeden Quadrat-Fuſs nur etwa 17¼ Ctr. Man sieht also, daſs sich der Druck durch die Tafel auf etwa *die Hälfte* reduciren läſst, und der Boden wird also vermittelst der Tafel das Gebäude tragen, wenn er *ohne* Tafel nur ein halb so schweres Gebäude auf *gleich* breiter, also für diesen Fall *sehr* breiter unteren Fundamentschicht zu tragen vermag.

Wir wollen nun auch die *Kosten* der Fundamentirungen in dem angenommenen Falle zu vergleichen suchen.

Gesetzt es könne unmittelbar unter die unterste Fundamentschicht ein hölzerner liegender Rost, auf die oben beschriebene Weise aus dreifach über einander gestreckten Bohlen gemacht, gelegt werden, so würde derselbe, wenn man ihn um den dritten Theil breiter machte als die unterste Fundamentschicht, 1628 + 543 = 2171 Q. F. Fläche haben. Legte man aber die Tafel unter das ganze Gebäude hindurch, und nach allen Richtungen noch 2 F. überstehend, so würde sie 85½ F. lang und 45½ F. breit sein müssen und also 3891 Q. F. Fläche haben. Der Quadrat-Fuſs hölzerne Tafel kostet nach Berliner Preisen etwa 13 Sgr.

Im ersten Falle also würde der liegende Rost	940 Thlr. 23 Sgr.,
im andern Falle	1686 Thlr. 3 Sgr.

kosten.

Legte man dagegen statt der hölzernen Tafel eine Sandmasse von 6 F. dick, 9 Fuſs an allen Seiten überstehend und mit 6 F. Böschung unter das Gebäude, so würden dazu auszugraben sein 110.70.6 = 46200 C. F.,

oder 321 Sch. R. Erde, zu 15 Sgr. gerechnet, thut	160 Thlr. 15 Sgr.
An Sand würde nöthig sein 98.58.6 + 312.9.3 + 4.6.6.2 = 34104 + 8424 + 288 = 42816 C. F. oder 297 Sch. R., zu 2 Thlr. mit dem Stampfen gerechnet, thut	594 Thlr.
Für 24 Sch. R. ausgegrabene Erde wieder anzuschütten und zu stampfen, zu 10 Sgr., ...	80 -
297 Sch. R. ausgegrabene Erde wegzuschaffen, zu 1 Thlr., ...	297 -
Zusammen	1131 Thlr. 15 Sgr.

Die Sandmasse würde also nur wenig mehr kosten als der liegende Rost bloſs unter den Wänden, und nur *zwei Drittheile* dessen, was der ganz

durchgehende Rost kostet, obgleich die Kosten des Sandes und des Wegschaffens der Erde schon ziemlich hoch angesetzt sind. *Viel* wohlfeiler aber würde die Sandmasse sein, wenn der liegende Rost nicht *unmittelbar* unter die unterste Fundamentschicht, sondern des tiefen Grundwassers wegen erst *tiefer* gelegt werden könnte, weil dann noch um so viel mehr Mauerwerk (was dann auch noch, nebst der Erd-Ausfüllung, den Rost um so mehr belastet), desgleichen mehr Ausgrabungskosten nöthig sind. Gesetzt, z. B. es müfsten noch unter der untersten Fundamentschicht 6 F. hohe Mauern gemacht werden, so würden dazu noch 6156 C. F. oder $42\frac{3}{4}$ Sch. R. Mauerwerk nöthig sein. Dieselben nur, zu 18 Thlr. mit dem Ausgraben gerechnet, kosten . . . . 769 Thlr. 15 Sgr.

162 Sch. R. Erde auszugraben, zu 15 Sgr., .	81	-	— -
$119\frac{1}{4}$ Sch. R. Erde wieder anzuschütten, zu 10 Sgr., ...	39	-	$22\frac{1}{2}$ -
$46\frac{3}{4}$ Sch. R. Erde wegzuschaffen, zu 1 Thlr.,	46	-	$22\frac{1}{2}$ -
Also würden dann mehr nöthig sein	937 Thlr.	-	Sgr.

so dafs also alsdann die Fundamentirung auf den liegenden Rost schon sehr *bedeutend* theurer sein würde als die auf der Sandmasse.

Alles kommt daher nur darauf an, ob eine hinreichend dicke Sandmasse wirklich im Stande ist, die Stelle eines liegenden Rostes mit gleicher Wirksamkeit zu vertreten; was Versuche im Grofsen ergeben müssen.

In vielen Fällen wird die *Vereinigung beider* Mittel, des Zusammenpressens des Bodens in die Tiefe hinein durch eingerammte und wieder herausgezogene Pfähle, die Löcher darauf voll Sand gestampft, und einer darüber geschütteten, alsdann vielleicht nur 3 F. dicken Sandmasse, eine noch kräftigere Fundamentirung geben, und es kann kommen, dafs die Vereinigung der beiden Mittel wegen der Beschaffenheit des Bodens und der Wasserwältigung nothwendig und dabei nicht so kostbar ist, als eine gewöhnliche Fundamentirung.

Jedenfalls ist der Gegenstand für das Bauen so wichtig, dafs er alle Aufmerksamkeit verdient und dafs wohl zu wünschen wäre, es würden mit der Fundamentirung der Gebäude auf Sandmassen bei schicklichen Gelegenheiten Proben im Grofsen gemacht.

Berlin, im October 1840.

7.

Sammlung practischer Erfahrungen und Vorschriften, Cemente, Mörtel und Bétons betreffend.

(Von Herrn Dr. *Reinhold*, Königl. Hannöverschem Bau-Inspector, Ritter etc. zu Leer in Ostfriesland.)

(Fortsetzung der Abhandlung No. 4. im vorigen Hefte dieses Bandes.)

---

7. In Deutschland, so wie in Holland, hat man sich schon seit langer Zeit bei Wasserbauten theils des rheinischen Cements, theils in Ermangelung desselben des Ziegelmehls bedient, weil beide Materialien in größeren Massen zu wohlfeileren Preisen zu haben sind, als die aus fernen Landen zur See zu beziehenden Cemente, wie z. B. die Puzzolan-Erde, der Cement von Tournay *(cendres de Tournay)* und der jetzige englische Roman-Cement, oder der Cement von Pouilly in Frankreich, und auch wohlfeiler, wie inländische Cemente, deren einzelne Bestandtheile in großen Massen in der Regel bei weitem theurer sind als der rheinische Cement von Andernach und Brohl, oder als das Ziegelmehl, was in allen Gegenden Deutschlands zu haben ist.

Die Anwendung des Ziegelmehls, oder der feingestoßenen und gesiebten Ziegel, war schon bei den Römern bekannt und üblich, so wie auch die Anwendung der Puzzolan-Erde, die in Italien gefunden wird, und dort also in größeren Massen und wohlfeiler angewendet werden kann, als hier. Schon *Vitruv* beschreibt die Anwendung der Puzzolane wie des Ziegelmehls zu wasserdichtem Mauerwerk, zum Estrich und Putz der Mauern und Wände im 1sten Bd. 2. Buche, 6. Cap. und im 3. Buche 12. Cap. u. s. w. Man sehe die Uebersetzung von *A. Rode,* Leipzig, 1796. *Vitruv* schreibt auf einen Theil Kalk 3 Theile Grubensand oder 2 Theile Fluß- oder Seesand zur Verfertigung des Mörtels vor; er sagt aber, daß man zu den letzteren Sand-Arten ein Drittheil gestoßenes und gesiebtes Ziegelmehl nehmen solle, so daß man also 2 Theile Flußsand, 1 Theil Ziegelmehl und 1 Theil Kalk nehmen müßte. Hiernach wäre also das

Verhältnifs des Kalks zum Cement wie 1 zu 3, oder wie 3 zu 9. Es würde daher hiernach etwas zu wenig Kalk genommen werden. Das Verhältnifs des Kalkes zum Cement dürfte besser wie 2 zu 5 sein, oder wie 3 zu 7. Das erste Verhältnifs (2 zu 5) beobachteten die französischen Ingenieure bei dem Baue der Hafenwerke zu Cherbourg.

8. In *Belidors* Ingenieurwissenschaft I. Thl. III. Buch 4. und 5. Cap. werden Vorschriften verschiedener Arten Mörtel, sowohl mit Cementen von Puzzolane als mit Trafs und Ziegelmehl gegeben. Man sieht daraus, dafs damals ebenfalls in Frankreich rheinischer Trafs und Ziegelmehl zu Wasserbauten angewendet wurden; wie es auch *Perronet* und spätere Hydrotekten daselbst ebenfalls thaten, so lange die neueren Cemente von Pouilly u. s. w. noch nicht entdeckt waren; wie wir solches weiterhin sehen werden.

Als die alten Römer Gallien, das jetzige Frankreich, eroberten, und dort Seehäfen, Leuchtthürme, Wasserleitungen, Kunststrafsen und andere grofse Werke anlegten, werden auch die Gallier von den Römern die Anwendung der Puzzolane, des Ziegelmehls und wahrscheinlich auch des rheinischen Trasses gelernt haben, da die Römer auch in den Rheingegenden grofse Bauwerke ausführten, von welchen in spätern und jetzigen Zeiten noch mehr Ruinen entdeckt worden sind, die einen Beweis von der Dauerhaftigkeit des damaligen römischen Mauerwerks und der dazu gebrauchten Cemente liefern, zu welchen die Römer möglicher- und wahrscheinlicherweise sich nicht allein des Ziegelmehls, sondern auch des bei Andernach, Brohl u. s. w. am Rheine sich findenden Trasses bedienten. Hiervon stammt denn auch jetzt noch der Name des römischen oder Roman-Cements her, den die Engländer ihrem in der neuesten Zeit aus Strandsteinen, oder Kieseln gebrannten, zerstampften und gemahlenen Cemente geben, weil er unter Wasser schnell erhärtet und von ganz besonderer Dauer und Härte ist, und den man jetzt auch nach Deutschland kommen läfst, wo er aber seines hohen Preises wegen in grofsen Massen wohl nie verwendet werden dürfte, um so weniger, da auch in Deutschland dergleichen Cemente und namentlich auch hydraulischer Kalk, oder Kalk, der schnell unter Wasser mit den ihm beigesetzten Cementen erhärtet, in den neuern Zeiten entdeckt worden sind und mit gutem Erfolg angewendet werden; wie es die nachfolgenden Beispiele nachweisen werden.

9. Berühmte deutsche Hydrotekten haben die Anwendung des Ziegelmehls und des rheinischen Trafses in ihren Schriften beschrieben und empfohlen.

Der Wasserbau-Director Hr. *R. Woltmann* theilt im 4ten Bande seiner Beiträge zur hydraulischen Architektur (Göttingen, 1799), im 97ten und den folgenden Paragraphen, Seite 389 bis 413, belehrende Erfahrungen und Vorschriften zur Verfertigung und Anwendung des Mörtels zu wasserdichtem Mauerwerk aus Steinkalk und zu Cementen aus Ziegelmehl und rheinischem Trafs mit. Der Verfasser nimmt im Allgemeinen das Verhältnifs von 2 zu 5 des Kalkes zum Cemente (nemlich Kalkteig) als das gewöhnlich beste an, und sagt S. 398 §. 70., dafs auch Hr. *Manger* in seinen Beiträgen zur practischen Baukunst (Potsdam, 1786) dieses Verhältnifs bei Aufführung der dortigen Grundmauern beobachtet und zum Mörtel zwei Theile Kalk, zwei Theile Sand und zwei Theile Ziegel-Cement genommen habe, woraus ein über Erwarten dichtes Mauerwerk entstanden sei.

10. In Holland wurde früherhin, und bis zur Einführung des wahrscheinlich aus Seestrandthon oder Klai gebrannten und gemahlenen Kunst-Cements, der aber seit wenigen Jahren nicht mehr viel gebraucht wird, hauptsächlich der rheinische Trafs als Cement angewandt; also wurde Trafsmörtel zu wasserdichten und namentlich auch zu Festungs- und andern Mauern, die eine grofse Festigkeit und Dauer erfordern, genommen. Man macht dessen in Holland drei Sorten; was auch bis jetzt noch mit dem sogenannten Kunst-Cement geschieht, der erwähntermaafsen, als gebrannter und gemahlener Klai oder Seestrandthon, seinen ursprünglichen Bestandtheilen nach, Ziegelmehl ist. Die erste Sorte des Trafsmörtels besteht aus zwei Theilen Muschelkalk (da der Steinkalk in Holland selten und theuer ist) und einem Theile Trafs. Dieser Mörtel wird zu Fundamenten unter Wasser und bis $1\frac{1}{2}$ und 2 Fufs über demselben gebraucht. Die zweite Sorte besteht aus 3 Theilen Muschel-Kalk, einem Theile Trafs und einem Theile Sand. Die dritte Sorte besteht aus 3 Theilen Kalk und 3 Theilen Sand, welche man zu trocknen Mauern über der Erde, z. B. beim Hausbau und dergleichen gebraucht. Für den zum Wasserbau unter Wasser dienenden Trafsmörtel, oder für die erste Sorte, ist also das Verhältnifs des Kalkes zum Cemente wie 1 zu 1, für die beiden übrigen Sorten wie 1 zu 2. Hr. etc. *Woltmann* zieht indefs das Verhältnifs des Kalkteiges zum Ce-

mente wie 2 zu 5 vor, man mag Muschelkalk oder gelöschten Steinkalk dazu nehmen.

Diese aus Holland entnommenen Vorschriften, die auch dort jetzt noch in der Regel beobachtet werden, wie es mir aus eigener Beobachtung und aus dem Munde holländischer Wasserbau-Ingenieurs bekannt ist, sind, gleich den Erfahrungen und Vorschriften des Hrn. *Woltmann,* als gute und sichere Regeln für Practiker zu betrachten, bei deren Befolgung sie keine Fehler begehen werden. Dergleichen Erfahrungen sind von desto gröſserem Werthe, als es in vielen Schriften unzählige Regeln zur Verfertigung von Cementen, Mörteln, Kitten u. s. w. giebt, wovon die Verfasser nicht immer selbst die Erfahrung gemacht haben, oder von Andern keine glaubwürdigen Erfahrungen aus der Praxis beibringen, und die also erst durch Versuche von Neuem wieder erprobt werden müssen. Wir wollen daher hier nur noch einige bewährte Erfahrungen deutscher Hydrotekten anführen.

11. In der practischen Anweisung zur Wasserbaukunst von *Gilly* und *Eytelwein*, Berlin 1803, 2tes Heft, findet man §. 129. S. 39 u. s. w. Vorschriften zur Verfertigung und Anwendung sowohl des gewöhnlichen Sandmörtels, als der Cement-Mörtels aus gebrannten Kalksteinen (Leder- oder Bitterkalk), mit einem Zusatze von Sand, Ziegelmehl, rheinischem Traſs u. s. w.; woraus ich hier kürzlich Folgendes nehme.

In §. 132. S. 44 bemerken die Verfasser, daſs zum gewöhnlichen Sandmörtel auf jeden Cubikfuſs gelöschten Rüdersdorfer Kalk 3 Cubikfuſs Sand zugesetzt werden können, ohne daſs der Mörtel zu mager werde; wobei aber der Kalkstein von guter Beschaffenheit und vorsichtig gebrannt und gelöscht sein müsse. Sonst könne man nur 2½ Cubikfuſs Sand auf einen Cubikfuſs gelöschten Kalk nehmen. Im ersten Falle wäre also das Verhältniſs des gelöschten Kalkes zum Sande 1 zu 3 und im zweiten Falle 2 zu 5; welches letztere Verhältniſs als Mittelzahl angenommen wird.

Zu einem gewöhnlichen Wassermörtel oder rothen Mörtel, wozu der Steinkalk gleich nach dem Brennen gelöscht und frisch verarbeitet werden soll, wird halb Sand halb Ziegelmehl vorgeschlagen. Behält man also hierbei das obige Verhältniſs wie 2 zu 5 bei, so würden zu 2 Cubikfuſs Kalkteig, 2½ Cubikfuſs Sand und 2½ Cubikfuſs Ziegelmehl erforderlich sein. Dieser Cementmörtel erhärtet zwar unter Wasser nach und nach:

er darf aber nicht früher in unmittelbare Berührung mit dem Wasser gebracht werden, als bis er ausgetrocknet ist; wodurch er sich denn von den übrigen Wassermörteln unterscheidet.

Die Bereitung des Wassermörtels aus Kalk und Trafs ist folgende. Zu jedem Cubikfufs gelöschten Kalk wird ein Cubikfufs pulverisirter Trafs genommen. Das Verhältnifs des Volumens ist also 1 zu 1. Der Kalk mufs gleich nach dem Löschen ohne Beimischung von Wasser verarbeitet, der Cement unter einem Dache, gegen die Sonne geschützt, verfertigt und an demselben Tage verbraucht werden. Dieser Cementmörtel wird zu Mauerwerk unter Wasser gebraucht, und erhärtet, bevor er, wie es bei der vorigen Sorte nöthig war, ausgetrocknet ist. Dieser Mörtel wird, mit Wasser verdünnt, zum Vergiefsen der Werkstücke und, ohne Verdünnung, zum Verstreichen der Fugen gebraucht. Wenn man, zur Ersparung der Kosten, zu jedem Cubikfufs gelöschten Kalk einen Cubikfufs rheinischen Trafs und einen Cubikfufs Ziegelmehl nimmt, so ist dieser Wasser-Cementmörtel ebenfalls anwendbar. Man bedient sich auch wohl in Holland eines Mörtels, aus 3 Theilen Kalk, 2 Theilen Trafs und 2 Theilen Sand bestehend, den man Bastard-Cement nennt. Es kommt auf den Zweck an, den man erreichen will. Danach richtet sich die mindere oder mehrere Quantität des Zusatzes an Trafs, Ziegelmehl und Sand; welches dann dem Ermessen eines erfahrenen Architekten in jedem besonderen Fall überlassen bleiben mufs, und wobei es aufserdem auf die mehrere oder mindere Güte des Kalkes und dessen Zubereitung ankommt.

12. In der „Practischen Darstellung der Brückenbau-Kunde von *G. L. A. Röder*, Grofsherzogl. Hessischem Major der Artillerie, I. Theil 2tes Cap. §. 26." findet man Vorschriften zu verschiedenen Arten von Mörteln und Cementen zu Wasserbauen.

Wir bemerken daraus Folgendes.

Die Vergleichung der Bestandtheile der Puzzolane mit denen des rheinischen Trasses ergiebt nach den Untersuchungen französischer Chemiker folgende Verhältnisse.

1. Für Puzzolane: 40 Theile Alaun-Erde, 35 Th. Kiesel-Erde, 5 Th. Kalk-Erde, 20 Th. Eisen.
2. Für den Trafs: 28 Th. Alaun-Erde, 57 Th. Kiesel-Erde, 6½ Th. Kalk-Erde, 8½ Th. Eisen.

Der Erfahrung nach soll der Ueberschufs an Eisentheilen in der

Puzzolane über den im Trafs, welcher 11½ Theile beträgt, in Verbindung mit den übrigen Stoffen die schnellere Erhärtung des Cements unter Wasser hervorbringen, welche der Puzzolan-Mörtel vor dem Trafs-Mörtel voraus hat. Eisenfeile oder gesiebter Hammerschlag sollen als Zusatz zum Cement mehr zur Erhärtung beitragen, als zerstofsene Schmiedeschlacken. Nach diesen Erfahrungen würden also die dem Trafs fehlenden 11½ Eisentheile durch einen eben so grofsen Zusatz von Eisenfeile dem Trafsmörtel dieselbe Eigenschaft der Erhärtung geben, welche die Puzzolane hat, die 18½ Theile Eisen mehr enthält als der Trafs und schneller unter Wasser erhärtet. Versuche werden darüber entscheiden.

Hr. *Röder* bemerkt, dafs man zu Cementmörtel gewöhnlich gleiche Theile gesiebten Trafs und ungelöschtes Kalkpulver, oder auch wohl 3 Theile Kalk- und 2 Theile Trafspulver nehme, welche im Schatten, auf einem hölzernen Fufsboden, mittelst einer Kalkkrücke tüchtig mit einander vermischt und mit so viel Wasser begossen würden, als hinreichend wäre, einen Teig daraus zu machen. Auf diese Weise müsse der Mörtel mehrmal des Tages durchgearbeitet, aber an demselben Tage gebraucht werden.

Wegen der bedeutenden Kosten der Puzzolane und des Trafsmörtels giebt Hr. *Röder* noch folgende wohlfeilere Arten von Cementmörteln an.

1. Nach *Loriot:* 25 Theile Ziegelmehl, 50 Th. Sand, 25 Th. Kalk.
2. Nach *Cessart:* gebrannten, zerstofsenen Basalt 180 Th., Kalk 73 Th., Wasser 93 Th., Grand 288 Th.; welcher Mörtel unter Wasser wie Trafsmörtel erhärte.
3. Nach *Perronet:* 1 Th. Kalk, 2 Th. Ziegelmehl.
4. Nach *Lamandé:* 14 Th. Kalk, 7 Th. Hammerschlag, 29 Th. Sand, 50 Th. zerschlagene Mühlsteine (zur Brücke von Jena in Paris).
5. Nach *v. Wiebeking*: 2 Th. frisch gelöschten Kalk, 2 Th. Ziegelmehl und Flufssand, 1 Th. Glasmehl, 1 Th. Schmiedeschlacken, 1 Th. Kalkmehl, ohne Wasser durchgearbeitet und frisch verbraucht.
6. In Holland: 3 Theile gelöschten Kalk, 2 Th. Sand, 2 Th. Trafs.
7. Kitt zum Verstreichen der Fugen (*mastic*): 5 Pfd. trocknen Kalkstaub, 2½ Pfd. Ziegelmehl, ½ Pfd. Hammerschlag, ½ Pfd. Glasmehl, 2 Pfd. gekochtes Leinöl, womit die trocknen Materialien durchgearbeitet werden.

13. Das Ziegelmehl, besonders dasjenige, welches von sorgfältig zubereiteten und gut gebrannten, nicht glasirten Dachpfannen durch Stampfen

oder Zermalmen vermittelst Maschinen und Sieben zubereitet wird, hat früherhin und auch bis jetzt noch, in der Regel allein, oder auch wohl in Vermischung mit anderen Stoffen, die Stelle des Roman-Cements und anderer Cemente mit gutem Erfolge und mindern Kosten vertreten; wie folgende Beispiele zeigen.

In *Perronets* Werke: „Beschreibung der Entwürfe und der Bauart „der Brücken bei Neuilly, Nantes, Orleans, Ludwigs XVI. u. s. w., aus „dem Französischen übersetzt von *J. F. W. Dietlein,* Königl. Preufs. Bau-„Inspector, Halle 1820." finden wir mehrere Angaben der Bestandtheile und der Anwendung des damals zu den in Frankreich erbauten grofsen Brücken gebrauchten Cements.

Bei der Beschreibung der Brücke bei Neuilly, Seite 14 dieses Werkes findet man folgende Vorschriften zu den beim Bau jener Brücke verwandten Mörteln. Es heifst: Art. 44. „Der Cement wird aus Dachziegeln „oder Ziegelstücken (nicht aus Mauersteinen) gemacht, und aus St. Ger-„main und St. Cloud, oder von andern Orten, welche etwa eben so weit „von Neuilly liegen, genommen werden. Art. 45. Es werden zwei Ar-„ten Mörtel gebraucht. Die erste, die man gewöhnlich weifsen Mörtel „nennt, besteht aus einem Drittel gelöschten Kalks und zwei Dritteln „gut getrockneten Sandes. Die andere Art Mörtel besteht halb aus Kalk „(Steinkalk) und halb aus Cement, wobei $\frac{1}{10}$ Kalk mehr als gewöhnlich „genommen wird; wie bei einem Versuche mit Vernonschen Kalk nöthig „befunden worden ist. Art. 46. Der Kalk wird sowohl mit Sand als mit „Cement in einer Grube vermittelst einer durch Pferde in Bewegung ge-„setzten Maschine eingerührt, deren Axe mit in der Grube steht. Von „dem Zugbaume gehen senkrecht runde Hölzer beinahe bis auf den Bo-„den der Grube hinunter, durch ein Querholz, welches unterhalb des Hebel-„armes in der Axe befestigt ist. Bei Bereitung des Mörtels darf kein Was-„ser zugegossen werden, vielmehr mufs der Mörtel, wenigstens bei Regen-„wetter, unter Planen oder Brettschuppen im Trocknen liegen; auch darf „auf einmal nicht mehr von jeder Art eingerührt werden, als an einem „Tage gebraucht werden kann. Was etwa Abends an Mörtel übrig bleibt, „mufs in's Trockne gebracht werden, damit es vom Regen nicht ausge-„waschen werden könne. Art. 47. Der Cement unter dem Mörtel zum „Vergiefsen und zu den Fugen wird gesiebt, und der Kalk darunter mufs „frisch gelöscht sein."

Mit dieser Vorschrift stimmt diejenige fast wörtlich überein, welche dasselbe *Perronet*sche Werk, Seite 250, bei dem Bau der Brücke am Platze Ludwig XVI., art. 59. 60. 61. 62. giebt.

Ingleichen wird darin bei der Beschreibung des damals projectirten Yvette-Canals, durch welchen Wasser nach Paris geleitet werden sollte, derselbe Cementmörtel S. 407—408 vorgeschrieben, und es werden dessen Kosten nach damaligen Münzsorten folgendermaafsen berechnet. Der Sandmörtel war folgender. Der Kalk war von St. Arnoul. 24 C. F. ungelöscht gaben 36 C. F. gelöschten Kalk. Der Muid, oder 8 C. F., von

diesem Kalke, kostete		4 Livres,
1 Muid 4 Lieues weit anzufahren		1 - -
Auf dem Bauplatze kostete also 1 Muid		5 Livres,
und mithin 1 C. F.	12 Sous	6 Deniers.
Es kosteten also 24 C. F.	15 Livr.	
Den Kalk zu löschen	2 -	8 Sous,
72 C. F. Sand, mit Graben und Anfahren	1 -	10 -
Den Mörtel zuzubereiten und anzukarren	8 -	— -
Zusammen für Sandmörtel	26 Livr.	18 Sous,

oder der Cubikfufs 6 Sous $8\frac{7}{12}$ Deniers.

Der Cementmörtel sollte aus 2 Th. gelöschten Kalkes und 3 Th. Cement bestehen, so dafs 90 C. F. auf eine Cubik-Toise von 216 C. F. zerschlagener Steine und 30 C. F. ungelöschten oder 45 C. F. gelöschten Kalk und 68 C. F. Cement gehen. 30 C. F. Kalk kosteten bis auf den

Bauplatz, zu 12 S. 6 D., ...	18 Livr.	15 Sous,
Den Kalk zu löschen	3 -	— -
1 Muid Cement, aus Ziegelstücken fabricirt, von 48 C. F., wie beim Kornmaafs, kostete 25 Livres oder der C. F. 10 Sous und 1 C. F. anzufahren 6 Sous, macht zusammen für 68 C. F.	54 -	8 -
90 C. F. Mörtel zu bereiten und auf den Bauplatz zu schaffen, zu 2 Sous, ...	9 -	— -
Also kostet 1 Cubik-Toise Cementmörtel . . .	85 Livr.	3 Sous.
Arbeitslohn für 1 Cubik-Toise Mauerwerk von zerschlagenen Steinen und Cementmörtel kostete damals also	122 L. 6 S.	6 Den.

Hieraus sieht man, daſs man sich in Frankreich damals schon auſser dem Steinkalke des Ziegelmehls von gargebrannten Dachpfannen statt der jetzigen Cemente zu wichtigen Wasserbauen bediente. Man versetzte auch wohl die Mörtel noch mit andern mineralischen Materien.

Der *Loriot*sche Mörtel bestand aus 25 Theilen Ziegelmehl, 50 Th. Sand, 25 Th. gelöschten Kalk.

Der franz. Ingenieur *Cessart* nahm auf den Rath dortiger Chemiker 180 Th. gebrannten und bis zur Gröſse einer Erbse zerstoſsenen Basalt, 73 Th. Kalk, 93 Th. Wasser, 288 Th. Kies oder Grand von der Gröſse einer Nuſs; welches Mörtel gab, der unter Wasser so fest wurde als Traſs.

Zum Bau der Brücke von Jena in Paris bediente sich der Ingenieur *Lemandé* eines Mörtels aus 14 Th. Kalk, 7 Th. Hammerschlag, 29 Th. Sand und 50 Th. zerschlagener Mühlsteine. Die ersten Materialien, mit Ausnahme der letztern, wurden zuerst gemischt, wodurch sie sich um den fünften Theil an Körperraum verminderten und worauf die zerschlagenen Mühlsteine hinzugesetzt wurden, wodurch der Raum noch um den siebenten Theil abnahm.

§. 2.
Verfertigung und Gebrauch des Bétons.

Folgende Beispiele, welche deutsche Wasserbaubeamte über die Verfertigung, die Bestandtheile und Benutzung des Bétons zur wasserdichten Fundamentirung groſser Wasserbauwerke aus ihrer Praxis liefern, mögen diesen Gegenstand näher erläutern.

14. Im 3ten Hefte des ersten Bandes des gegenwärtigen Journals, Berlin 1829, S. 236 etc., hat der Königl. Preuſs. Wasserbau-Inspector Hr. *Elsner* zu Coblenz in seinem Aufsatze über die Anwendung des Béton-Mörtels zum Fundamentiren von Mauern unter Wasser die Mischung eines schnell unter Wasser erhärtenden Béton-Mörtels aus ungelöschten Steinkalk, Traſs, Mauersand, Ziegeln und Steinstücken, so wie das Verfahren beschrieben, ohne Abdammung und Trockenlegung der Baustelle, jedoch hinter Spundwänden, ein sicheres wasserdichtes Mauerwerk oder Fundament, unter Schleusen-, Hafenmauern und Brücken etc. und zwar ohne Pfahl- und liegende Roste zu bauen. Der Verfasser folgt darin hauptsächlich dem Verfahren, welches der Königl. franz. General-Inspector der Brücken und Chausséen etc. Hr. *Hageau* bei der Ausführung des in den Jahren 1807 und 1808 angefange-

nen Nord-Canals zur Verbindung der Maas bei Venloo mit dem Rhein bei Grimlinghausen beobachtet hat, welcher Bau im Jahre 1811, nach der Einverleibung Hollands mit Frankreich, eingestellt wurde. Man findet die Beschreibung dieses Canals in folgendem höchst lehrreichen Werke: *„Description du Canal de jonction de la Meuse au Rhin, projeté et executé „par A. Hageau, Inspecteur divisionnaire au corps royal des ponts et chaussées, à Paris chez l'auteur, rue Montholon No. 4. 1819."* Dieser Canal sollte etwa sechs Millionen Francs (3 Millionen Gulden holl.) kosten, wovon 4 Millionen Francs (2 Millionen Gulden) wirklich verwendet worden sind. Das genannte Werk ist für den Wasserbaumeister sehr lehrreich, besonders im Schleusen- und Brückenbau. Herr *Elsner* giebt in seinem Aufsatze folgende drei Mischungsverhältnisse des dort zum Fundamentiren der Mauern gebrauchten Béton-Mörtels an.

No. 1. Zu 2 Theilen frisch gebrannten ungelöschten Steinkalke kamen 1 Theil Trafs, 1 Theil guter, reiner Mauersand, 1 Theil grober Kies oder Grand, 1 Theil zerschlagene Ziegelstücke und 1 Theil dergleichen Quarzstücke von der Gröfse einer Nufs bis zu der eines Eies zerklopft. Der Verfasser bemerkt, dafs dieser Béton-Mörtel etwas zu viel Kalk enthalten habe, was der schnellen Erhärtung und Cohäsion nachtheilig gewesen sei.

No. 2. Ein besserer Béton-Mörtel bestand aus 2 Theilen Steinkalk, 1½ Theilen Trafs, 1½ Theilen Flufssand, 1 Theil durchgesiebter Kies, 2 Theilen quarziger Steinstücke, 3 Theilen Ziegelstücke. Dieser Béton erhärtete im Wasser nach 8 bis 14 Tagen völlig.

No. 3. Ein Béton, der noch ungleich mehr wie letzterer im Wasser erhärtete, bestand aus 2 Theilen Steinkalk, 3 Theilen Trafs, 1 Theil Mauersand, 2 Theilen Ziegel- und 2 Theilen eckigten Quarzstücken bis zur Gröfse eines Eies.

Der Béton wurde in Kasten, deren Boden man mittelst Seile öffnen konnte, oder durch Röhren von Brettern auf den Boden unter Wasser innerhalb der Spundwände versenkt, in Schichten von 10 bis 12 Zoll geebnet und mit Quadersteinen darauf, festgestampft, bis zur Höhe des niedrigsten Wasserspiegels; worauf dann nach der Erhärtung, als auf einem festen Fundamente, die Mauern- oder gewölbten Schleusenboden u. s. w. ohne Pfahl- und liegende Roste, aufgeführt wurden. Die Schleusen des obengedachten Nord-Canals hatten keine Pfahl- oder liegenden Roste unter ihrem Boden, sondern statt derselben ein 2⅔ bis 3 Fufs starkes

Béton-Fundament; aber unter den Schlagbalken oder Drempeln, so wie unter den Fluthbetten des Ober- und Unterhauptes der Schleusen, waren gute dichte Spundwände eingerammt, um die Möglichkeit des Unterwaschens der Schleusen zu verhindern.

Wir überlassen es, der Kürze wegen, den Lesern, das Verfahren der Herren *Hageau* und *Elsner* in obigem Werke und Aufsatze weiter nachzulesen und nach Belieben zu benutzen. Wir glauben, dafs die unter No. 3. beschriebene Béton-Masse auch unter Kunststrafsen in sehr feuchtem Boden sehr anwendbar und nützlich sein werde, wenn davon eine Lage von etwa 6 Zoll dick unter der Steinbahn nach ihrer ganzen Breite in den Erddamm mit Handrammen eingestampft und so lange feucht erhalten wird, bis sie erhärtet ist.

15. Ein zweiter, allen practischen Hydrotekten sehr empfehlenswerther ausführlicher Aufsatz über eben diesen Gegenstand befindet sich im 1sten Hefte des 3ten Bandes des gegenwärtigen Journals, Berlin 1830. vom Königl. Preufs. Bau-Inspector Hrn. *Zimmermann* in Lippstadt, unter der Ueberschrift: „Bemerkungen über die Festigkeit, Mischungsverhältnisse „und Zubereitung des Bétons oder des Mauerwerks aus klein geschlagenen, „mit Mörtel untermengten Steinen, dessen man sich zuweilen, um Fang„dämme und Wasserschöpfen zu sparen, zur Fundamentirung von Bau„werken unter Wasser bedient." Der Verfasser belegt diese Art zu bauen mit mehreren Beispielen aus seiner Praxis während des Schleusen- und Brückenbaues in den letztverflossenen 10 Jahren bei der schiffbar gemachten Lippe. Er giebt eine Tabelle der von ihm probirten Mischungsverhältnisse mehrere Materialien in den von ihm versuchten Mörtel-Arten. Ich hebe hier blofs das Mischungsverhältnifs desjenigen Wasser- und Bétonmörtels aus, dessen sich Hr. *Zimmermann* beim Baue der Wehre, Schleusen und Brücken an der Lippe im Jahre 1828, wie er versichert mit guten Erfolge, bedient hat; was also als glaubwürdig, nachahmungswerth ist. Dieser Mörtel bestand aus einem Theile Brohler Trafs und 2 Theilen Kalkteig von einem natürlich hydraulischen Kalke (Steinkalke) vom Dorfe Wallstädde bei Hamm in Westphalen, der die Eigenschaft schneller Erhärtung im Wasser hat, und der so schnell erhärtete, dafs er, frisch eingelöscht, am folgenden Tage zum Mörtel untauglich war. Zu einer Schachtruthe Béton oder 144 Cubikfufs rheinl. wurden, wegen der Zwischenräume zwischen den zerschlagenen Ziegelsteinen, 84 und noch besser 90 Cubik-

fuſs von obigem Mörtel genommen. Der Mörtel wurde auf einem von Brettern gemachten Boden von Arbeitern mit Holzschuhen stark durchgetreten, öfters mit Schaufeln nach der Mitte in Haufen zusammengeworfen, dann wieder auseinander getreten, und so lange durchgearbeitet, bis der Brohler Traſs mit dem Kalke möglichst genau vermischt war. Dieser Traſsmörtel wurde zu den Wassermauern, so wie zu den zur Fundamentirung der Mauern verfertigten Bétons, an demselben Tage, an welchem er unter einem Dache im Schatten gemacht war, immer gänzlich verbraucht. Um den Béton damit zu verfertigen, wurden in Stücke von der Gröſse eines Eies zerschlagene, rothe, gare, nicht aber ungare und verglasete Ziegelsteine mit Holzschuhen von den Arbeitern zwischen den auf der Diele ausgebreiteten Mörtel getreten, oft zusammengeschaufelt und wieder durchgetreten, so daſs die ganze Masse eine gleichförmige Mischung bekam. Zur Fundamentirung einer Mauer oder des Fluthbettes und Bodens eines Wehrs oder einer Schleuse wurde diese fertige Masse Béton mittelst von Brettern zusammengefügter viereckigter Röhren, durch das Wasser, bis auf den von allem Holzwerke und Schlamm gereinigten Baugrund versenkt, ohne die Baustelle vorher trocken zu legen, oder abzudämmen; jedoch nach vorheriger Einrammung der Spundwände. Die auf einander versenkten Schichten Béton waren 10 bis 12 Zoll hoch, wurden mit einer Sondirstange untersucht, die etwa gefundenen Lücken wurden ausgefüllt und geebnet, dann die Schicht mit einem Quadersteine gestampft, und darauf die folgenden Schichten gelegt, bis sie die Höhe des gewöhnlichen Wasserspiegels erreicht hatten, worauf dann das Mauerwerk und das Pflaster des Fluthbettes von Béton-Mörtel gemacht wurde. Nach der Erfahrung des Verfassers ist ihm dieses Verfahren stets geglückt und der Béton in einigen Wochen zunehmend erhärtet: selbst in einer Höhe von 14 Fuſs über dem Grunde, in einem Wehre, das in der Eile gemacht und statt gepflastert, überbohlt wurde; was sich bis dahin gut gehalten hatte.

Ueber die Kosten des Béton-Mörtels, so wie der zur Fundamentirung gebrauchten Bétons, giebt der Verfasser folgende Berechnung nach dortigen Localpreisen.

Zu einer Schachtruthe von 144 Cubikfuſs rheinl. eines gewöhnlichen Ziegelmauerwerkes zu den Fundament-Arbeiten in Traſsmörtel, der aus 1 Theil Traſs und $\frac{6}{10}$ Kalkbrei von Wallstädder Steinkalk bestand, waren folgende Materialien und Kosten nöthig:

a. An Materialien.

		Thlr.	Sgr.
1.	Für 1945 St. Ziegel, mit Transport, zu $5\frac{1}{2}$ Thlr. das Tausend, ...	10 Thlr.	20,92 Sgr.
2.	Für 48 C. F. Trafs, zu 6,78 Sgr., ...	10 -	25,44 -
3.	Für 48,06 oder 28,8 C. F. Kalkbrei, zu $3\frac{1}{3}$ Sgr.,	3 -	6,00 -

b. An Arbeitslohn.

		Thlr.	Sgr.
4.	Für 48 C. F. Trafsmörtel zu bereiten, mit dem Einlöschen des Kalkes, zu 5 Pf. den C. F., .	— -	20,00 -
5.	An Maurer- und Handlanger-Arbeiten, für die Schachtruthe von 144 C. F.	2 -	25,00 -
	Für die Schachtruthe zusammen	28 Thlr.	7,36 Sgr.

2) Zu einer Schachtruthe Béton von zerschlagenen Ziegeln, nebst dem Versenken:

a. An Materialien.

		Thlr.	Sgr.
1.	Für 1640 Stück Ziegel, zu $5\frac{1}{2}$ Thlr. das Tausend,	9 Thlr.	0,60 Sgr.
2.	Für 90 C. F. Trafs, zu 6,78 Sgr., ...	20 -	10,20 -
3.	Für $90 \times 0,6 = 54$ C. F. Kalkbrei, zu $3\frac{1}{3}$ Sgr.,	6 -	— -

b. An Arbeitslohn.

		Thlr.	Sgr.
4.	Für die 1640 Stück Ziegel zu 144 C. F. Ziegelbruchstücke zu zerschlagen	— -	25,00 Sgr.
5.	Für 90 C. F. Trafsmörtel zu bereiten, zu 5 Pf.,	1 -	7,50 -
6.	Für den Béton zu verfertigen und zu versenken, bei einer Transport-Entfernung von 10 Ruthen, für die Schachtruthe, nach der Erfahrung, .	2 -	5,00 -
	Für eine Schachtruthe Béton zusammen . . .	39 Thlr.	18,30 Sgr.

Nimmt man Mörtel aus Kalk, Trafs und Sand, so vermindern sich die Kosten.

Diese aus der Erfahrung practischer Sachverständiger entnommenen Vorschriften sind befolgenswerth, weshalb ich sie hier gern als ein gutes Vorbild aufgenommen habe.

16. Der Herr Hofbaurath *Braun* in Berlin hat im 1sten Hefte des 3ten Bandes des gegenwärtigen Journals (Berlin, 1830) über die Anwendung des Trafsbétons zur „Fundamentirung der Gebäude" seine Erfahrungen mitgetheilt, welche die Anwendbarkeit dieses Materials nicht allein zu

Wasserbauten, sondern auch zur Fundamentirung von Gebäuden auf dem Lande in feuchtem Boden bestätigen.

Der Herr Verfasser bemerkt zuvörderst, dafs er den von dem damaligen *Ingénieur en chef Mr. Hageau* angegebenen Béton No. 2., welchen der Wasserbau-Inspector Hr. *Elsner* in seinem vorhin erwähnten Aufsatze beschreibt, vor mehr als 28 Jahren zu den Fundamenten der Schleusen und andern Wasserbau-Arbeiten des Nord-Canals unter seiner Aufsicht verarbeiten gesehen und dabei Gelegenheit gehabt habe, sich von der schnellen und durchgängigen Erhärtung dieser Masse zu überzeugen. Ferner bemerkt derselbe, dafs auf der Pfauen-Insel bei Potsdam vor mehreren Jahren das 45 Fufs im Durchmesser haltende, 5 Fufs tiefe Bassin des auf einer sandigen Anhöhe liegenden Springbrunnens mit einer 2 Fufs dicken Lage Béton von der nämlichen Mischung, wie die von Hrn. *Elsner* unter No. 2. angegebene, fundamentirt und darauf die Ringmauer aus hart gebrannten Ziegeln in Trafsmörtel gesetzt, und dafs Alles dieses völlig dauerhaft geworden ist. Es scheine daher, dafs an der Tauglichkeit dieses Bétons zu Fundamenten nicht zu zweifeln sei.

Die Anwendung des Bétons in Masse, zu Fundamenten von Gebäuden, dürfte nur unter folgenden Umständen statthaft sein:

1. Da, wo der Baugrund so unfest ist, dafs aufserdem ein kostspieliger Pfahlrost nöthig wäre.
2. Da, wo der gewachsene feste Baugrund ziemlich horizontal liegt.
3. Da, wo der aufgeschüttete oder aufgeschwemmte Boden aus gemischten Erd-Arten, aber nicht aus Schlamm oder Torfmoor besteht; ausgenommen wenn der Torf oder Schlamm sehr tief liegt und über sich noch eine hinreichend dicke Lage von Erde hat.
4. Dann, wenn die Last des darauf zu setzenden Gebäudes ziemlich gleich vertheilt ist, so dafs nicht etwa auf der einen Seite ein Thurm oder ein Stockwerk mehr als auf der andern aufgeführt wird.
5. Wenn der Béton so zu liegen kommt, dafs er fortwährend von der Nässe oder Feuchtigkeit umgeben ist, weil er nur dann eine bedeutende Festigkeit erhält.

Die Dicke der Bétonschicht richtet sich einestheils nach der Tiefe und Dichtigkeit des unter ihr liegenden Baugrundes, anderntheils nach dem Flächen-Inhalte und dem Gewichte des darauf zu setzenden Gebäudes. Im ungünstigsten Falle dürften drei Fufs Dicke, im günstigsten

aber $1\frac{1}{2}$ Fuſs hinreichend sein, im Durchschnitt also $2\frac{1}{4}$ Fuſs. Bei der Fundamentirung von Gebäuden wird der Béton schichtweise in Lagen von $\frac{3}{4}$ bis 1 Fuſs dick in die Fundamentgraben möglichst rasch und fest eingestampft, so daſs keine Zwischenräume bleiben, und so, daſs das Fundament von Béton an jeder Seite etwa 1 Fuſs vor der Sohle der Mauern vorsteht, oder breiter ist, als diese. Sobald der Béton eingebracht und mit der Handramme festgestampft ist, wird er mit einer schwachen Lage feuchten Sandes bedeckt, und bleibt so 2 bis 3 Wochen liegen. Wenn er alsdann erhärtet ist, so werden die Kellermauern bis zur Höhe der Plinte aufgeführt. Wenn es die Umstände gestatten, läſst man den Bau einen Winter hindurch in diesem Zustande liegen und vollendet ihn im nächsten Frühjahre. Die Mauern müssen bei ihrer Aufführung überall möglichst in gleicher Höhe aufgemauert werden, damit das Gewicht derselben nicht an verschiedenen Stellen zu ungleich auf die Fundamente drücke und theilweise Senkungen verursache. Diese Regel sollte überhaupt bei jedem Bau möglichst beobachtet werden.

Die Mischungsverhältnisse der Materialien des in Berlin von dem Hrn. Verfasser bei Gebäuden angewendeten Bétons, so wie die Kosten desselben nach den dortigen Localpreisen sind folgende. Der Berliner Scheffel von 3072 C. Z. rheinl. rheinischer oder sogenannter Brohler Traſs kostet in Berlin 2 Thaler, wird aber vom Hrn. Verfasser zu $1\frac{1}{2}$ Thaler bei groſsen Quantitäten veranschlagt.

Zu einer Schachtruthe oder 144 C. F. Béton sind folgende Materialien zu den beigesetzten Preisen verwendet.

1. Für Material.

2	Theile oder $34\frac{1}{2}$ C. F. oder etwa $4\frac{3}{4}$ Wispel dortigen Kalkes (Rüdersdorfer Steinkalk), zu 1 Thlr. 20 Sgr.,	7 Thlr.	27 Sgr.	6 Pf.
$1\frac{1}{2}$	Theile oder 26 C. F. oder etwa $14\frac{1}{2}$ Scheffel Traſs, zu 1 Thlr. 20 Sgr.,	24 -	5 -	— -
$1\frac{1}{2}$	Theile oder 26 C. F. scharfen Fluſssand, die Schachtruthe zu 2 Thlr.,	— -	10 -	10 -
1	Theil oder $17\frac{1}{4}$ C. F. Kies, die Schachtruthe zu 4 Rthlr., . . .	— -	14 -	4 -
Bis hierher 6	Theile.	32 Thlr.	27 Sgr.	8 Pf.

	Thlr.	Sgr.	Pf.
Bis hierher 6 Theile.	32 Thlr.	27 Sgr.	8 Pf.
2 Theile oder $34\frac{1}{2}$ C. F. Bruchsteinstücke (oder in deren Ermangelung Ziegelbruchstücke), die Schachtruthe von erstern zu 10 Thlr., ...	2 -	11 -	4 -
3 Theile, oder circa 52 Cubikfufs Ziegelstücke von Abgängen auf Ziegeleien	1 -	13 -	4 -
Zusammen 11 Theile oder $190\frac{1}{4}$ Cubikfufs rheinl.			
Summa	36 Thlr.	22 Sgr.	4 Pf.

2. An Arbeitslohn.

	Thlr.	Sgr.	Pf.
8 Tagelöhne zur Bereitung des Bétons, zu $12\frac{1}{2}$ Sgr.,	3 -	10 -	— -
3 dergleichen zum Einkarren und Feststampfen desselben, zu 11 Sgr., ...	1 -	3 -	— -
Für Geräthschaften	— -	24 -	2 -
Die Schachtruthe Béton würde also kosten .	42 Thlr.	— Sgr.	— Pf.

Der Herr Verfasser nimmt beispielsweise an, ein Gebäude hielte im Grundrisse, mit den Mauern und dem Vorsprunge des Bétons vor demselben, 8135 Q. F. und diese Fläche sollte 3 Fufs dick mit Béton bedeckt werden, so würden $169\frac{1}{2}$ Schachtruthen zu 42 Thlr. dazu nöthig sein und die Kosten betragen . . . . 7119 Thlr.
Dagegen würde ein Pfahlrost von 36 Fufs langen Pfählen nach dortigen Preisen nahe an . . . . 15400 Thlr.
kosten und es würden also in diesem Falle durch den Béton erspart werden . . . . 8281 Thlr.

Aufser dieser Ersparnifs würde der Béton auch noch den Nutzen haben, dafs die Keller wasserdicht gemacht werden könnten, wenn deren Fufsboden etwa 1 Fufs hoch mit Béton ausgestampft und darauf eine Flur von Sandsteinplatten oder eine doppelte Lage von Ziegelsteinen, die unterste platt, und die oberste auf die lange, schmale Kante, in Trafsmörtel gemauert und die Kellermauern bis zur Plintenhöhe ebenfalls mit diesem Mörtel aufgemauert und damit an beiden Seiten eingefugt würden. Da man auf diese Weise das Wasserbassin auf der Pfaueninsel bei Potsdam wasserdicht gemacht hat, so kann man eben so Keller, Wasserbehälter oder Cisternen, unterirdische Oelbehälter u. s. w. wasserdicht aufführen.

Diese Bemerkungen verdienen besonders von Haus-Eigenthümern berücksichtigt zu werden, deren Keller durch das Eindringen des Wassers unbrauchbar werden, indem man auch vorhandene Keller in alten Gebäuden auf diese Weise wasserdicht machen, auch besonders in Seegegenden, wo man aus Mangel an trinkbarem Quellwasser das Regenwasser in unterirdischen Cisternen oder Wasserbehältern zum Gebrauche aufbewahrt, nach obiger Vorschrift wasserdichte Cisternen machen kann.

Da der rheinische oder Brohler Cement hier in Ostfriesland und in andern Nordseeküsten-Ländern, so wie auch im Innern von Deutschland, zu Wasser, für billige Frachtkosten zu haben und bereits häufig in Gebrauch, das übrige zum Béton nöthige Material aber fast überall zu haben und in den Seegegenden, wo keine Bruchsteine vorhanden oder nur mit vielen Kosten zu haben sind, statt derselben Ziegelstücke angewendet werden können, so ist der Béton überall für angemessene Kosten anzuschaffen und als nützlich bei Wasser- und Landbauen statt der theuern Pfahlroste zu empfehlen.

17. Ueber die Anwendung des weiter oben erwähnten englischen Roman-Cements, so wie des sogenannten Hamelins- und Dihls Mastix theilt der Herr Baurath *Krahmer* zu Berlin im 4ten Hefte des 3ten Bandes des gegenwärtigen Journals, Berlin, 1830, folgende von ihm gemachte Erfahrungen mit, nachdem er sich bei seiner Anwesenheit in London und Oxford von dem dort allgemein bekannten sogenannten Roman-Cemente nähere Kenntnisse verschafft hatte. Der Verfasser sagt, daſs er seit jener Zeit öfter Gelegenheit gehabt habe, den Roman-Cement in Berlin anzuwenden, und daſs dies stets mit dem besten Erfolge geschehen sei, besonders wenn er sich dieses Cements als Putz auf verstocktem oder sonst der Feuchtigkeit fortwährend oder auch nur eine Zeit lang ausgesetztem Mauerwerk bediente. Auſserdem aber hat auch der Herr Verfasser diesen Cement zum Einfugen einer Ufermauer an der Spree verwendet und gefunden, daſs solche seit jener Zeit gar nicht, die Ziegelsteine aber nur wenig gelitten hatten.

Man mengt den Roman-Cement am besten und wohlfeilsten zur Hälfte mit scharfem aber reingesiebtem kleinkörnigen Sande, wie die nachfolgende nähere Beschreibung der dortigen Mischungen näher nachweisen. Die Tonne des Roman-Cements, von $3\frac{3}{4}$ Centner schwer, kostet zur Stelle 15 Thaler.

Die bei Berlin ausgeführten Versuche waren folgende.

Ein Stück Mauer wurde mit reinem Cement $\frac{3}{4}$ Zoll dick überzogen. Es enthielt $21\frac{1}{4}$ Q. F. und erforderte an reinem Cement 105 Pfd.

Ein gleich grofses Stück Mauer, halb mit Cement, halb mit Sand, $\frac{3}{4}$ Zoll dick überzogen, erforderte an reinem Cement 79 Pfd.

Ein Klinkerpflaster auf die hohe Kante einzufugen von $217\frac{1}{2}$ Q. F., und davon $17\frac{7}{12}$ Q. F. mit reinem Cement, $4\frac{7}{12}$ Q. F. mit $\frac{2}{3}$ Cement, $\frac{1}{3}$ Sand, $88\frac{1}{2}$ Q. F. mit $\frac{1}{2}$ Cement, $\frac{1}{2}$ Sand, $108\frac{2}{3}$ Q. F. Mauer $\frac{1}{3}$ Zoll dick mit $\frac{1}{2}$ Cement, $\frac{1}{2}$ Sand geputzt, erforderten zusammen 497 Pfd. reinen Cement.

206 Q. F. Wassermauer an der Spree, $\frac{3}{4}$ Zoll tief mit $\frac{1}{2}$ Cement und $\frac{1}{2}$ Sand einzufugen, erforderte 75 Pfd. reinen Cement.

Der Roman-Cement gleicht einem feinkörnigen, weich anzufühlenden, pulverartigen, hellbräunlichen Sande, dessen Bestandtheile in England geheim gehalten werden. Rein, oder vermischt, mit gewöhnlichem kalten Wasser angefeuchtet, erhärtet er in 10 bis 15 Minuten, ist in einer Stunde steinhart und läfst in diesem Zustande keine Feuchtigkeit mehr durchdringen, weshalb er zu Fundamenten in feuchtem Grunde, bei Wasser- und Strafsenbauen, so wie zum Abputz feuchter oder der Witterung ausgesetzter Mauern in England häufig gebraucht wird. Er wird auch als Surrogat des Sandsteins in Formen gegossen und zur Verzierung der Gesimse, Statuen u. s. w. gebraucht und widersteht auch hier der Einwirkung der Witterung. Da er sehr schnell erhärtet, so darf die Masse nur nach und nach und in kleinen Quantitäten zubereitet werden. Der Cement zu Gesimsen und Verzierungen wird ohne Sand verbraucht und wie Gyps in Formen gegossen, oder mit der Chablone gezogen.

Der Hamelins-Mastix ist von einem Franzosen Namens *Hamelin* erfunden, der das Geheimnifs an Hr. *Charles Francis* in London verkauft hat, und wird zu ähnlichen Zwecken wie der Roman-Cement verbraucht, besitzt aber noch mehr Adhäsionskraft auf Stein, Holz, Metallen und Glas als dieser. Zur Anfeuchtung desselben wird statt Wasser, Oel genommen. Zu 1 Ctr. Mastix werden etwa 4 Berliner Quart reines, gekochtes Leinöl genommen, und die angefeuchtete Masse mit den Füfsen getreten. Die Mauerflächen werden erst mit Leinöl überstrichen und dann wird der Putz etwa $\frac{3}{8}$ Zoll dick mit der Kelle aufgetragen, der dann nach einer Stunde erhärtet.

Der Mastix des Hrn. *Dihl* in Paris wird, wie der vorige, mit Oel angefeuchtet und verarbeitet, und wie der Hamelins-Mastix benutzt; auch

zu Bildhauer-Arbeiten verwendet. Man macht auch jetzt Platten davon, die 6 F. lang, 3 F. breit, 3 Linien dick, elastisch, und auf Drath-Netzen befestigt sind.

Man findet über diese Cemente auch noch eine nähere Auskunft im 1sten Hefte des 4ten Bandes des gegenwärtigen Journals (Berlin, 1831) in einer Uebersetzung aus dem *Journal du génie civil*, Februar-Heft, 1830, des Berichts des Hrn. *Mallet, Ingénieur en chef des ponts et chaussées etc.*, die von den Bestandtheilen und der Anwendung des *Parker*-Roman-Cements, des Hamelins-Mastix und des Cements von *Pouilly* ausführlich handelt; worauf ich mich der Kürze wegen beziehe.

§. 3.
Englischer Cement.

Nach den in Deutschland bis jetzt mit gutem Erfolg angewendeten Cementen will ich hier nun der in England und Frankreich in neuerer Zeit in Gebrauch gekommenen Cemente gedenken, und zwar nach der gehaltreichen Schrift: „Elemente der technischen Chemie etc. von *E. L. Schubarth.* 1ster Band. 1ste Abthl. Seite 415 — 16. Berlin bei A. Rücker. 1831."

18. Der sogenannte römische Cement, Roman-Cement, oder *Parkers* Patent-Cement, wird in London verfertigt. Herr *Parker* nahm 1796 auf die Verfertigung eines Wasser-Mörtels ein Patent, verband sich späterhin mit *White,* und sie verfertigten den Cement unter dem Namen *Parkers*-Cement. 1801 entstand die Fabrik von *Francis et White* in London; seitdem entstanden noch viele andere; aber die von *White and Francis* hat den Vorrang vor allen andern in London und macht die meisten Geschäfte.

Das Fossil, welches zur Cementbereitung dient, nennt man in England gewöhnlich Cementstein; es sind Kalkstein-Nieren, die einzeln in mächtigen Thonlagern liegen. Sie kommen meistens in denjenigen Thonschichten vor, welche mit den Kalksteinbänken der Oolithenformation wechseln, und in derjenigen Thonschicht, die über der Kreide liegt und gewöhnlich London-clay heifst. Wo nicht besondere Umstände die Gewinnung dieser Nieren erleichtern, kann man sie nicht wohl erlangen, da sie einzeln zerstreut im Thon liegen; an der Meeresküste aber ist der Thon zerstört und die Nieren werden in großer Menge lose an den Strand ge-

trieben, was ihre Gewinnung sehr erleichtert. Man findet sie in Sommersetshire, Derbyshire, Yorkshire, Glamorganshire, auf den Inseln Wight, Thanet, Sheppy, an den Ufern und im Bett der Themse. Man nannte sie ehedem auch Septaria, Ludus Helmontii, Dés de van Helmont. Aehnliche Kalknieren kommen auch bei Neustadt Eberswalde und auf Rügen und am Abhang bei Arcona im Thon vor; desgleichen bei Antwerpen, in Baiern bei Altdorf, Kulmbach. Von ähnlicher Beschaffenheit ist auch der Plâtre-Cement von Boulogne. Diese Kalkstein-Nieren sind theils faustgroſs, theils von der Gröſse eines Menschenkopfes, gelblich-grau, braun, mit Adern von Kalkspath durchzogen, nicht selten im Innern hohl und mit Kalkspath-Krystallen drusenartig ausgefüllt. Das specifische Gewicht der englischen ist 2,59. Nach *Berthier* bestand eine Probe davon aus 65,6 kohlensauerm Kalk, 0,5 kohlens. Magnesia, 6,0 kohlens. Eisen-Oxydul, 1,9 kohlens. Mangan-Oxydul, 18 Kiesel-Erde, 6,6 Thon-Erde; der daraus gebrannte Kalk aber aus 55,4 Kalk, 36 Thon und 6 Eisen-Oxyd. Nach *Davy* besteht *Parkers* Patent-Cement aus 22 Kiesel-Erde, 9 Thon-Erde, 13 Eisen- und Mangan-Oxyd, 55 Kalk. Die Kalknieren von Arcona bestehen aus 82,9 kohlens. Kalk, 13,0 Kiesel-Erde, 4,3 Eisen- und Mangan-Oxydul und Spuren von Thon-Erde.

Der Cementstein wird in England in Schacht-Oefen oder auch in Meilern gebrannt, fein gemahlen, gesiebt und in Tonnen verpackt; die Farbe ist dunkelbraunroth. Beim Anmachen mit Wasser saugt er wenig davon ein, erwärmt sich wenig und erhärtet in ganz kurzer Zeit. Man mengt ihn mit Sand in verschiedenen Verhältnissen und verarbeitet ihn schnell. Er wird in England bei Wasserbauten angewendet; bei uns zur Abhaltung der Feuchtigkeit, welche aus dem Erdboden in die Mauern eines Gewölbes dringen könnte, sowohl als Mörtel, als auch als Abputz; zum Gesimsziehen; zum Wölben, wo die Gewölbe dem Regen ausgesetzt sind.

19. Von ähnlicher Beschaffenheit ist der Plâtre-Cement von Boulogne-sur-Mér in Frankreich. Man fand dort einen thonhaltigen Kalkstein in losen Geschieben, *galets de Boulogne* genannt, am Meeresufer, in einer geringen Breite, von rostbrauner Farbe, hart, schwer zerbrechlich und von 2,16 specifischem Gewicht. Das Vorkommen dieser Steine ist selten; weshalb man auch jetzt nicht mehr diese Geschiebe zur Verarbeitung einsammelt.

Der Cement von Pouilly wird aus einem dem Jurakalk angehörigen

Kalksteine verfertigt, welcher 39 pr. C. Kiesel-Erde, sodann Thon-Erde, Magnesia und Eisen-Oxyd enthält. Nach in Paris, Cherbourg etc. angestellten Versuchen zieht man denselben dem Roman-Cement vor. Man hat in neuern Zeiten auch in andern Ländern hydraulischen Kalk entdeckt: in Deutschland, Rufsland, Schweden, Italien, der Schweiz u. s. w.

20. In Paris wird der künstliche hydraulische Kalk von St. Legèr vielfältig angewendet. Er wird, nach *Vicat's* Angabe, in Meudon verfertigt. Er enthält, nach *Berthier,* gebrannt, 74,6 Kalk, 23,8 Thon und 1,6 Eisen-Oxyd.

21. Einige besondere Mörtel-Arten zum Abputz feuchter Wände sind folgende:

Dihl's Kitt, *Mastic de Dihl,* wird aus Porzellankapsel-Scherben verfertigt, welche zum feinsten Pulver zermahlen werden. Man trägt dieses Pulver mit Leinölfirnifs auf. Statt der Porzellankapseln können auch anderes irdenes Töpfergeschirr, Scherben von Schwefelsäure- und Scheidewasserflaschen, irdene Röhren, Ziegelsteine etc. gebraucht werden; letztere sind am wenigsten gut.

Hamelin's mastic, lithic paint, wird in England zum Abputz der Façaden und zu äufsern und innern Verzierungen gebraucht, um feuchte und salpetrige Wände damit zu bekleiden. Er haftet auf Steine, Ziegel, Holz, Metall etc. Man trägt ihn mit Oel auf und zwar 1 Ctr. mit 4,1 Quart Oel. Er wird aus 50 Maafs Kieselsand, 50 Kalkmergel *(pierre tendre)* und 9 M. Bleiglätte und Mennige gefertigt.

In der 14ten Lieferung der Mittheilungen des Gewerbevereins für das Königreich Hannover von 1837 befindet sich ein Aufsatz des Herrn Dr. *Heeren* über den sogenannten englischen Mastix-Cement, wonach dieser aus 35 Gewichttheilen Sand, 62 Theilen gepulverten Kalkstein und 3 Theilen Bleiglätte besteht, wovon 100 Theile mit 7 Theilen Leinölfirnifs durchgearbeitet und so verwendet werden.

Es giebt in vielen Schriften eine solche Menge von Vorschriften zur Zubereitung von Mörteln, Kitten etc., dafs es unmöglich ist, sie hier alle anzuführen. Wir begnügen uns daher damit, das für den Strafsen- Brücken- und Wasserbau Wichtigste hier aufzunehmen, und verweisen im Uebrigen auf diejenigen Schriften, die von diesem Gegenstand insbesondere handeln, z. E. auf: *John* über Kalk und Mörtel, Berlin 1819; *Hassenfratz, Traite de l'art de calciner la pierre calcaire etc., Paris, 1825;* Ueber die Brauchbarkeit des Roman-Cements von *Francis, White et Francis* sehe

man die Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des Gewerbefleifses in Preufsen, 1829, Seite 123; und mehrere andere.

§. 4.
Anwendung von *Parker's* Roman-Cement.

22. Nachdem nach der vorstehenden Mittheilung des Hrn. Professor *Schubart* die mineralischen Bestandtheile des in England bei Land- und Wasserbauten häufig gebräuchlichen Roman- oder *Parkers*-Cement angegeben sind, will ich einige Beispiele von dessen Anwendung bei Strafsen und Wasserbauten, zunächst aus dem Werke eines bewährten practischen Schriftstellers aus England anführen, nemlich aus „*A Treatise on Roads,* „*wherein the principles on which roads should be made, are explained* „*and illustrated by the plans, specifications and contracts made use of, by* „*Thomas Telford Esq. on the Holyhead-road, by the right honorable* „*Sir Henry Parnell, Baronet etc. London, 1833.*"

Im 5ten Cap. Seite 160 u. s. w. beschreibt der Verfasser das Verfahren, nach welchem *Telford,* der berühmte Erbauer der Kettenbrücke über die Menai-Meerenge, auf alt-römische Weise die Kunststrafse Holyhead Archway hergestellt hat, welche auf einem feuchten, sumpfigen, schwammig-elastischen, quellenreichen Klaiboden lag, gepflastert war, und trotz aller bis dahin angewandten Mittel nicht fahrbar erhalten werden konnte. Die vom Parlamente niedergesetzte Commission verständigte sich im Jahre 1829 mit der Actiengesellschaft jener Strafse über die Uebernahme derselben auf ihre Kosten, und der Civil-Ingenieur Hr. *Mac-Neil,* Assistent des Civil-Ingenieurs *Telford,* führte die Reparatur dieser Strafse unter dessen Leitung aus, worüber er im Jahre 1830 vor einem Comité des Unterhauses Folgendes wörtlich aussagte:

„Nach Wegnahme des alten, theils versunkenen, theils abgenutzten, „gefährlichen Steinpflasters, wurden zuvörderst in den Boden Rigolen von „Stein nach der Länge und Quere, von Strecke zu Strecke angelegt, wo„durch das Wasser des feuchten Bodens mittels besonders gemauerter „Ableitungen in die Seitengräben abgelassen wurde. Die wasserdichte „Unterdecke des Pflasters wurde darauf aus sogenannten Roman- oder „*Parker's*-Cement, wovon der Bushel 2 Schilling (oder 16 gGr.) kostete, „und der mit 8mal so viel gewaschenen Kies oder Sand vermischt war, „folgendermaafsen verfertigt. Der Roman-Cement wurde 6 Zoll dick und

„6 Yards (18 Fuſs engl.) breit auf der von Kies oder Grand fest angelegten „Erdbahn sorgfältig ausgebreitet. Der Cement-Mörtel wurde vorher in „einem Kasten mit Wassersand oder Grand stark durcheinander gear-„beitet; jeder Kasten voll wurde erst genau untersucht, ob der Cement-„Mörtel in 15 Minuten auf dem Boden erhärtete, und dann schnell ver-„braucht; und schon nach 15 Minuten war er auf dem Boden so erhärtet, „daſs man darauf stehen konnte."

„Vier Minuten nach Legung des Mörtels auf den Boden wurde „ein dreieckiges Stück Holz, welches mit Eisen beschlagen war, in den „Mörtel eingedrückt, um alle 4 Zoll weit kleine Furchen oder Verzahnungen „darin zurückzulassen, in welche die Steine eingreifen konnten, und nur „das durch sie eindringende Wasser mit einem Gefälle von 2 Zoll abzu-„leiten. Dieser Cement-Mörtel wurde sowohl zur Winter- als Sommer-„zeit gelegt, und die öftere Untersuchung ergab, daſs er in jeder Jahres-„zeit vollkommen hart und weder durch Frost noch durch Fuhrwerke „beschädigt war."

„Jeder laufende Yard (3 Fuſs engl.) des 6 Yard (18 Fuſs) breiten, „6 Zoll dicken Mörtellagers (oder 54 C. F. engl.) kostete 12 bis 15 Schilling „oder 4 bis 5 Thaler Preuſs. Court., ohne die übrigen Materialien und „Arbeiten."

„Nach Vollendung dieses Mörtel-Unterlagers wurde eine Steinbahn „von Schlagsteinen darüber gelegt, wozu 8146 Tonnen Kies und 3614 „Tonnen Granit verbraucht wurden."

Nach actenmäſsiger Aussage des Hrn. *Telford* und nach dem Zeugnisse mehrerer anderer Sachverständiger vor dem Comité des Unterhauses waren die Hauptresultate dieser Reparatur, daſs die Erhaltungskosten dieser so verbesserten Highgate-Archway-Straſse, welche 1 Meile 892 Yards engl. lang ist, etwa nur noch $\frac{2}{5}$ der früherhin gepflasterten Straſse betrugen, und daſs Wagen, die früherhin 6 Pferde zum mühsamen Fortkommen bedurften, jetzt mit 4, oder $\frac{2}{3}$ der Zugkraft ausreichten und keine Gefahr mehr liefen, stecken zu bleiben und Fuhrwerk und Pferde zu beschädigen.

Aus diesem vor der ersten Staatsbehörde Englands öffentlich bewahrheiteten und aus der Erfahrung entnommenen Beispiele sieht man also ein Mittel, einen sumpfigen, quelligen Boden für eine Straſse wasserdicht zu machen und eine darauf gelegte Kunststraſse vor dem Verderben zu schützen. Es ist für ähnliche Fälle zu empfehlen. Da aber in Deutsch-

land der englische Roman-Cement wegen seines hohen Preises wohl seltener als in England angewendet werden möchte, so wird man sich des Brohler oder rheinischen Cements, oder des Hamelschen an seiner Stelle bedienen müssen, wenn er auch nicht, wie der Roman-Cement, in 15 Minuten, sondern vielleicht erst in 8 oder 14 Tagen völlig erhärten sollte; wozu also blofs etwas mehr Zeit gehören würde.

23. In England werden jetzt fast alle grofse Wasserbauwerke, Brücken, Schleusen etc. in Roman-Cement aufgeführt; wie z. E. die Waterloo- und die Neu-London-Brücke über die Themse in London, der berühmte Tunnel unter der Themse daselbst u. s. w.; was ein hinreichender Beweis von der Anwendbarkeit jenes Cements ist. Ueber die Anwendung des Roman-Cements bei dem in der Ausführung begriffenen Bau des Tunnels unter der Themse in London will ich hier eine officielle Nachricht mittheilen, die der Director dieses Baues Hr. *Brunel* in einem Briefe an den Königl. Baierschen Minister Hr. *von Cetto,* damaligen Gesandten am Englischen Hofe, auf dessen Verlangen gesendet hat, um davon Gebrauch bei dem Festungsbaue von Ingolstadt zu machen. Dieses Schreiben des Hrn. *Brunel* befindet sich in No. 47. der Wiener allgemeinen Bauzeitung im 2ten Jahrgang 1837, Seite 390, und ich entnehme daraus Folgendes:

„Der römische Cement, dessen man sich beim Bau des Tunnels „bedient, erfolgt aus einem Strandsteine, den man an der Meeresküste „findet. Man fördert viel davon aus der See bei Thurnes. Der Strand„stein bei der Insel Scheppy ist der beste, und derselbe, dessen man sich „beim Bau des Tunnels in London bedient. Er erhärtet eben so schnell „als der Gyps und hat noch den Vorzug vor diesem, dafs er stärker er„härtet und der Feuchtigkeit besser widersteht. Dieser Strandstein wird „in Kalk-Oefen mit Steinkohlen gebrannt und dann auf Mühlen fein ge„mahlen, die ungefähr wie Kornmühlen eingerichtet sind. In diesem Zu„stande wird er hier gekauft. Man bearbeitet ihn, wie den Gyps, wenig „auf einmal und vermischt ihn mit der Hälfte Sand."

Es giebt noch einen andern Cement, der noch härter und stärker ist als jener, und den man Portland-Cement nennt. Da er aber sehr wenig gebraucht wird, so kann man dafür nicht so einstehen, wie für den Roman-Cement. Hr. *Brunel* hat ihn indefs mit Nutzen gebraucht. Es ist ein Patent-Cement, worüber man im Enregistrements-Büreau *(En-*

rolment-Office, Chamberlane) nähere Auskunft erhalten kann. Herr *Brunel* sandte mit dieser Nachricht dem Königl. Baierschen Gesandten einige Proben des Strandsteins, den man auch in der Umgegend von London findet und von welchem er glaubt, daſs er auch in Baiern vorhanden sei. Er bemerkt, daſs man den Roman-Cement analysirt habe und daſs man ihn auch wohl zusammensetzen könne, glaubt aber nicht, daſs solches denselben Erfolg haben werde. Um hierüber etwas zu erfahren, würde man sich an das Büreau der Brücken und Chausseen in Paris wenden müssen u. s. w.

Aus diesen Zeugnissen berühmter und bewährter Sachkenner sieht man, daſs der englische Roman-Cement bei den wichtigsten Wasserbauten Englands, eben wie bei Straſsenbauten, mit groſsem Erfolge und Nutzen angewendet wird.

§. 5.
Anwendung französischer Cemente.

In §. 2. habe ich mich hinsichtlich des in Frankreich in neuerer Zeit entdeckten Cements von Pouilly auf einen Aufsatz im 1sten Hefte des 4ten Bandes des gegenwärtigen Journals, Berlin, 1830, aus dem *Journal du génie civil* vom Februar 1830 genommen, bezogen. Ich bemerke noch, daſs in den übrigen früheren Bänden dieses Journals noch einige Beschreibungen von mehreren in Frankreich üblichen Cementen sich befinden; worauf ich mich der Kürze wegen beziehe und hier nur Beispiele von deren Anwendung liefere.

In Frankreich fährt man, wie in England, in der neuesten Zeit fort, den Béton immer häufiger zur Fundirung von Kai-Mauern, Schleusen u. s. w. anzuwenden, um dadurch nicht allein ein durchaus wasserdichtes Fundament zu bekommen, sondern auch, wo es möglich ist, wenn nicht die in der Regel unentbehrlichen Spundwände, so doch die kostspieligen Pfahlroste zu ersparen. Wir wollen zweier Beispiele davon gedenken.

24. In Straſsburg hat man in der neuesten Zeit Kaimauern und Schleusen auf Béton fundamentirt, wovon man in der Wiener allgemeinen Bauzeitung vom Jahre 1837 in No. 24. S. 199, so wie in No. 30. S. 243 die Beschreibung und auf den Tafeln 132 und 139 die Abbildungen findet. Der Béton, dessen man sich dort hierzu bedient hat, ist aus folgenden Bestandtheilen zusammengesetzt und wird folgendermaaſsen verfertigt.

Man hat verschiedene Mischungen gemacht. Diejenige aus

0,30 Cubikmeter schwarzen Kalk,
0,70 grober Sand,
0,80 klein geschlagenen Steinen (Kiesel)

hält man für die beste; weshalb wir der übrigen nicht erwähnen; sie giebt nur 1,55 C. M. Mörtel, der beim Erhärten nicht weiter schwindet.

Der Mörtel wird auf einem bedielten Boden zubereitet. Zuerst wird der Sand auf diesem Boden so ausgebreitet, dafs er in der Mitte nur einige Zoll hoch, am Rande aber höher liegt und hier einen kleinen Damm bildet; in Kreisform, von etwa 1 Meter Durchmesser. Dann wird obige Quantität Kalk auf die dünne Bettung des Sandes gebracht, in Form eines abgestumpften Kegels, dessen ganze Oberfläche man mit dem aufgeschütteten Sande aus dem Damme bedeckt. Darauf macht man mit einem, etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser dicken Stocke Löcher in diesen Haufen, bis auf den bedielten Boden, in welche Wasser gegossen wird, worauf man die Löcher wieder mit Sand ausfüllt, nachdem sich das Wasser verzogen hat, und dann die ganze Masse unter dem Sande sich löschen oder verdampfen läfst. Die nöthige Quantität Wasser läfst sich vorher nicht genau bestimmen, sondern nur durch einige Proben ermitteln. In 12 bis 20 Stunden ist ein solcher Haufen gelöscht. Nach Verlauf dieser Zeit wird ein Theil, etwa die Hälfte der Masse, 4 bis 5mal auf dem Dielenboden umgewendet und mit der Hacke sorgfältig durchgearbeitet. Braucht man mehr, so verarbeitet man eben so den Rest. Man darf aber diesen Mörtel nicht länger als 2 Tage stehen lassen. Wenn der Mörtel fertig ist, so werden die zerschlagenen Kiesel mit 0,80 C. M. Mörtel 2 bis 3mal durchgearbeitet. Dann ist der Béton zum Verbrauche fertig, der dann entweder sofort, oder spätestens nach 1 bis 2 Tagen erfolgen mufs, bevor der Mörtel erhärtet. Die Kiesel werden in halbzöllige Stücke zerschlagen. In deren Ermangelung nimmt man auch Feldsteine und rothe Sandsteine, die man durch ein Sieb wirft, um sie vom Staube zu reinigen.

Man macht auch Fufsböden, besonders in Kellern, aus diesem Béton, die wasserdicht werden. Diese Böden müssen aber wenigstens 6 Zoll, besser 1 Fufs dick sein, und damit sie nicht zu schnell nach ihrer Verfertigung austrocknen, einige Zoll hoch mit Sand bedeckt werden, welcher feucht ist, worunter dann der Boden bald erhärtet. Auch werden Wände und Mauern mit obigem Mörtel, ohne Zusatz von Steinen, beworfen.

Endlich macht man auch Trottoirs von diesem Béton. Zu unterst wird eine 6 Zoll dicke Lage zerschlagener Seine festgestampft; darüber kommt eine 2 Zoll dicke Lage Béton, und auf diese, wenn sie noch weich ist, eine dünne Lage Kiesel oder Kies, die man nächstdem wieder wegnimmt, insofern sie lose sind.

Die Anwendung des vorbeschriebenen Bétons wird aus folgenden beiden Beispielen hervorgehen.

Zur zweckmäfsigeren Einrichtung und Verschönerung des die alte Stadt Strafsburg umgebenden Canals, welchen der Illflufs bildet, war es vor mehreren Jahren nöthig, diesem Canale neue Kaimauern mit Brustlehnen zu geben. Diese Kaimauern wurden weder auf liegende, noch auf Pfahlroste, sondern auf den oben beschriebenen Béton gegründet, und es wurde dabei folgendermaafsen verfahren. Man schlug nach der ganzen Länge der zu bauenden Kaimauer, vor dem Fufse oder dem Sockel derselben, an der Wasserseite, eine Reihe dicht aneinander schliefsender, 2 Meter langer Pfähle fest in den Boden ein, welche theils eiserne Pfahlschuhe bekamen, theils blofs zugespitzt waren. Diese Pfähle dienten statt einer gewöhnlichen Spundwand. Hierauf wurde der Grund hinter den Pfählen, etwa 0,70 Meter tief unter den Pfahlköpfen, mit Schaufeln ausgehoben, und es wurde eine Mischung von Béton, aus 0,30 Wasserkalk, 0,25 Ziegelmehl, 0,45 Sand, 0,40 Kies, in der Gröfse von Eiern, und 0,40 Steinbrocken, in den ausgehobenen Raum gebracht. Nachdem dieser Mörtel 8 bis 10 Tage unter Wasser gestanden hatte, erhärtete er; bevor aber dies geschah und darauf gebauet wurde, war es nöthig, die Bétonlage zu ebenen; worauf alsdann die Mauern aufgeführt wurden.

Es ist hier wegen der Pfahlreihe zu erwähnen, dafs in vielen Fällen Spundwände von Pfosten, Pfählen und Holmen, nebst Verankerungen, zur Sicherheit gegen Unterspühlungen und gegen das Ausweichen der Mauern in den Strom oder Canal, jener Reihe ohne alle weitere Verbindung eingeschlagener Pfähle, wie hier, bei Weitem vorzuziehen sein werden, wenn man sicher gehen will; und dafs eine Lage Béton von 0,70 Meter in der Regel nicht stark genug sein wird, um eine schwere Kaimauer sicher zu tragen. In dem vorliegenden Falle scheint indessen der Grund ziemlich fest und haltbar gewesen zu sein, so dafs mit der beschriebenen Construction ausgereicht werden konnte. Die auf Tafel 132 der genannten Bauzeitung

befindliche Zeichnung zeigt die Construction der Kaimauern und des Gebäudes darauf, sehr deutlich, weshalb ich mich darauf beziehe.

25. In No. 30 der genannten Bauzeitung vom Jahre 1837 findet man die Beschreibung einer auf Gufsmörtel gegründeten Schleuse im Circumvallations-Canale zu Strafsburg, und auf Tafel 139 die Abbildung davon. Der Verfasser des Aufsatzes bemerkt, dafs das Verfahren, Canalschleusen auf Béton zu gründen, zuerst bei dem Rhone-Rhein-Canal im Allgemeinen angewendet und bei dem Circumvallations-Canal von Strafsburg nothwendig geworden sei, um zwei Schleusen auf die Weise, wie an mehreren anderen Orten, zu gründen; wobei sich aber mehrere technische und ökonomische Vortheile gegen andere bisher bei Schleusen angewendete Gründungs-Methoden ergeben hätten.

Bei der Fundirung der Schleusen im Circumvallations-Canal zu Strafsburg kam es zuerst darauf an, eine Art Kasten zu bilden, welcher etwas höher als der höchste Wasserstand wäre, um nach Erhärtung des Bétons, aus welchem der Kasten selbst zu verfertigen war, das darin befindliche Wasser herauszuheben und dann den Kasten, nicht nur als Schutz gegen das Wasser, sondern zugleich auch als Grundmauer zu benutzen. Dieses Verfahren ist überall, wo es ausführbar gefunden wird, zur Sicherheit der Schleusen u. s. w. gegen Unterspühlung zu empfehlen. Alsdann ist es nöthig und räthlich, wenn die Pfahlroste wegbleiben dürfen und die Schleuse blofs auf Béton fundamentirt wird, sowohl vorn, unter den beiden Fluthbetten des Ober- und Unterhauptes der Schleuse, als unter den Drempeln oder Schlagbalken der Schleusenthore starke und dichte Querspundwände einrammen und solche beholmen zu lassen; auch noch, falls es zu noch mehrerer Sicherheit des Untergrundes gegen Unterspühlung erforderlich sein sollte, die Längsmauern, um sie möglichst dicht einzuschliefsen, mit Längs-Spundwänden unterbauen und dieselben an die Querspundwände dicht anschliefsen zu lassen, um auf alle Fälle gegen Unterminirung des Schleusenbodens durch unterirdische Quellen, Wasseradern, oder, bei hohen Aufsenwasserständen, gegen das Eindringen des Wassers unter den Bétonboden sicher zu sein. Es mufs dem practisch erfahrenen Wasserbau-Beamten überlassen bleiben, nach Maafsgabe der Oertlichkeit und der Umstände die geeigneten Mittel und Vorsichtsmaafsregeln anzuordnen. Erfahrung ist die beste Lehrmeisterin und Vorsichtsmaafsregeln sind das beste Mittel.

Zur Erreichung der beiden Zwecke, nemlich die Baustelle trocken zu machen und den Kasten zugleich als Grundmauer zu benutzen, wurde in Strafsburg zuerst oberhalb des Oberhauptes der Schleuse ein Damm von Béton gemacht, um die Strömung abzuhalten, und dann wurden zu beiden Seiten, nach der Länge der Schleuse, 2 Reihen Pfähle eingeschlagen; dieselben wurden, behufs des Béton-Eintragens und während desselben, mit einer Brettwand bekleidet, und dann wurde der Béton, nachdem der Grund aufgeräumt, gereinigt und geebnet war, 2 bis 3 Meter hoch, nach Maafsgabe der Tiefe des Bodens, hineingebracht und fest gestampft. Um das Auswaschen des Mörtels zu verhindern, wurde derselbe mittelst eigends dazu eingerichteter dreieckiger Brettkasten versenkt. So wie der Béton die für den Grundbau nöthige Höhe erreicht hatte, wurden Bretterwände angebracht, zwischen welchen und den vorigen der Béton bis zur nöthigen Höhe über Wasser aufgeschüttet wurde. Nachdem auf diese Art das Becken oder der Kasten von Béton zwischen Bretterwänden formirt und gehörig erhärtet war, welches, nach der verschiedenen Qualität des hydraulischen Kalks, theils in einigen Tagen, theils erst in einigen Monaten geschah, wurde das im Becken befindliche Wasser ausgepumpt und der eigentliche Schleusenbau in dem Becken selbst, welches an den Seiten stufenförmig ausgehauen wurde, vollendet und das Mauerwerk auf diese Weise mit dem Béton verzahnt und dicht verbunden. Die von Béton gemachten Seitenwände des äufseren Kastens sind zum Schutze der Schleuse stehen geblieben und die Dämme vor den Schleusenthoren sind abgebrochen.

Dies ist im Allgemeinen das dortige Verfahren, mit Béton zu fundamentiren. Näher ist dasselbe aus den erwähnten Zeichnungen zu ersehen, worauf ich mich beziehe.

Aufser diesen Beispielen von Strafsburg über die Anwendung des Bétons zum Schleusenbau findet man auch noch im 2ten Jahrgange der Wiener allgemeinen Bauzeitung No. 50. S. 411, in der Beschreibung der Canäle von St. Denis und St. Martin bei Paris, ein weit gröfseres Beispiel davon. Der Canal, nebst Schleusen, Drehbrücken, Mörtelmühlen etc. ist auf den Tafeln 186—189 abgebildet.

Leer, 1838.

8.

Ueber die Mittel, welche angewendet werden, um die in Sandboden gegrabenen Theile des Ludwigs-Canals wasserdicht zu machen.

(Vom Königl. Bairischen Oberbaurath Herrn Freiherrn *von Pechmann.*)

1.

Der Ludwigs-Canal mufste mehrere Meilen lang in zum Theile tiefen Sande ausgegraben werden. Man hat von jeher geglaubt, dafs es ungemein schwer sei, einen Canal unter diesen Umständen wasserdicht zu machen; und auch jetzt noch halten es Einige für unmöglich. Es suchte Jemand kurz vor dem Anfange des Canalbaues in einer Druckschrift zu beweisen, dafs der Ludwigs-Canal nach meinem Entwurfe nicht ausgeführt werden könne, weil er durch Sandboden geführt werden soll, und er warnte vor der Ausführung desselben. Aehnliche Besorgnisse scheinen auch wirklich einigermaafsen durch in Sand gegrabene Canäle, die in vielen Jahren noch nicht wasserdicht geworden sind, gerechtfertiget zu werden. Ich konnte indessen diese Besorgnisse nie theilen, und sie waren nie im Stande, mich auch nur einen Augenblick zu beunruhigen; denn meiner Ueberzeugung zufolge konnte jener ungünstige Erfolg nur von der Nicht-Anwendung zweckmäfsiger Mittel herrühren.

2.

Sobald ich angefangen hatte, mich mit dem Bau-Entwurfe zu diesem Canale zu beschäftigen, waren die Mittel, die sandigen Stellen desselben wasserdicht zu machen, ein Gegenstand meines Nachdenkens, und ich vernachlässigte keine Gelegenheit, die sich mir zu Beobachtungen, welche mich belehren konnten, darbot.

Wer in sandigen Gegenden fliefsende Wasser mit einiger Aufmerksamkeit beobachtet, wird bald wahrnehmen, dafs ihre Betten wasserdicht sind; auch dann, wenn sie in tiefsten Sand entweder durch Kunst oder von der Natur gegraben sind. Das über sie hinfliefsende, oft trübe Wasser hat sie längst wasserdicht gemacht.

3.

Ungemein interessante Beobachtungen hierüber zu machen, hatte ich in den Umgebungen von München Gelegenheit. In einem Umfange von vielen Meilen bestehet dort der Boden aus einer 30 bis 40 F. tiefen Lage von Kies und Sand, die mit einer nur schwachen Schicht von Feld-Erde bedeckt ist. Sie gestattet dem Wasser den Durchgang viel leichter, als der Sand in den Umgebungen des Ludwigs-Canals. In jenen Gegenden liegt das Lustschlofs Nymphenburg, mit seinen Gärten, welche geräumige, durchaus in diesen Sand- und Kiesboden gegrabene Canäle und Wasserbecken enthalten. Es ist in denselben keine Spur einer künstlichen Verdichtung wahrzunehmen; aber sie sind wasserdicht. Sie werden aus der nahen *Würm* mit Wasser gefüllt, welches aus dem, sechs Stunden langen und in seiner gröfsten Tiefe 700 F. tiefen *Würmsee* kommt und niemals trübe ist, weil das trübe Wasser, das aus den nahen Gebirgen diesem See zufliefst, bis es an dessen unteres Ende und dessen Ausflufs gelangt, längst hell geworden ist. Allein wie viele Jahre, wird man mir einwenden, werden vorüber gegangen sein, bis dieser Sandboden wasserdicht geworden ist? Folgende beide Beobachtungen oder Erfahrungen können zur Beantwortung dieser Frage dienen.

4.

Vor ungefähr 24 Jahren wurde in dem Hofgarten von Nymphenburg ein kleiner See ausgegraben und schnell mit Wasser gefüllt, da, um solches thun zu können, Wasser genug zu Gebote stand. Allein in weniger als 24 Stunden war es wieder versiegt. Man liefs nun ununterbrochen Wasser hineinfliefsen, und es war kein volles Jahr erforderlich, bis der See ohne weitere künstliche Hülfsmittel wasserdicht wurde.

5.

Eine noch merkwürdigere Beobachtung ist folgende. Das Wasser des Nymphenburger Hofgartens wird durch einen ungefähr anderthalb Stunden langen Canal in die *Isar* geleitet. An einer etwas tief eingeschnittenen Stelle desselben wurde vor einigen Jahren eine Schwimmschule errichtet und, um die nöthige Wassertiefe für dieselbe zu gewinnen, das Wasser durch ein mit einem Schütze versehenes Stauwehr ungefähr 10 F. hoch aufgestauet. Es erreichte nun die hohen, bisher immer von ihm unberührt gebliebenen, noch nicht wasserdichten Ufer, und eine unterhalb liegende Mahlmühle mit drei Mahlgängen konnte nur noch auf

einem Gange mahlen; ein um 20 F. tiefer liegendes, aber über eine Stunde weit entferntes Dorf erhielt Wasser nicht nur in seine Keller, sondern auch in die Ställe und Scheunen, und Früchte und Obstbäume auf den Feldern verdarben. Aber noch im nämlichen Jahre konnte, ohne vorausgegangene künstliche Verdichtung des Canals, die Mühle wieder mit ihren drei Gängen mahlen, und das Wasser war aus dem Dorfe und von den Feldern desselben verschwunden; und doch ist es in diesem Canale noch reiner, als im Nymphenburger Hofgarten, weil, wenn es auch manchmal etwas trüb dahin gelangen sollte, es die Stoffe, durch welche es trüb geworden ist, in den weiten Becken und Canälen des Gartens zurückgelassen haben würde. Sollte man es hier nicht für möglich halten, dafs aus dem, etwas aufgelöseten Kalk enthaltenden Wasser, sogenanntem harten Wasser, ein Theil des Kalkes im Sande niedergeschlagen und dieser dadurch wasserdicht werde? Ich werde später darauf zurückkommen.

6.

Ich will nun zu den Ergebnissen meines Nachdenkens über diesen Gegenstand übergehen. Die Thatsache, dafs man manchen Canal mit vielem Aufwande nur spät oder gar nicht wasserdicht machen konnte, und dafs dagegen die Natur so leicht diese Wirkung hervorbringt, hatte schon lange die Vermuthung in mir erregt, dafs man nur dadurch den Zweck verfehlt habe, weil man ihn nicht durch Nachahmung der Natur, sondern durch künstliche Mittel, welche diese nie anwendet, erreichen wollte. Die Natur macht aber Sand auf eine sehr einfache Weise wasserdicht. Die Körner, woraus der Sand besteht, sind einzeln für sich dem Wasser vollkommen undurchdringlich. Das Wasser kann den Sand nur durchdringen, indem es durch die Zwischenräume der Sandkörner entweicht. Werden nun diese Zwischenräume durch irgend einen wasserdichten Körper ausgefüllet, so mufs der Sand dadurch nothwendig ein wasserdichter Körper und endlich beinahe so wasserdicht wie Sandstein werden. Die Natur hat dem Sande die Eigenschaft gegeben, trübes Wasser rein durch sich hindurch laufen zu lassen, und die Körper, die es trüb machen, in seinen Zwischenräumen zurück zu halten. Dadurch allein macht die Natur den Sand wasserdicht. Warum sollen wir nun Anstand nehmen, ihr hierin nachzuahmen, und was kann uns zu der Meinung berechtigen, dafs wir im Stande sein werden, diesen Zweck durch andere Mittel, als die welche die Natur anwendet, sicherer zu erreichen? Der Sand ist als ein sehr gutes Filtrirmittel bekannt und wird

mit gutem Erfolge als solches angewendet. *Paris,* welches den gröſsten Theil seines Trinkwassers aus der *Seine* erhält, hat mehrere groſse Filtrir-Anstalten, welche die Bewohner der Stadt mit reinem Wasser versorgen. Das dabei angewendete Filtrirmittel ist kein anderes, als Sand. Soll dieser seine Dienste gehörig leisten, so muſs er alle Tage einmal und, wenn der Fluſs durch Regenwasser getrübt ist, auch wohl zweimal erneuert werden. Man hat mir gegen die Anwendung getrübten Wassers für den Canal die Einwendung 'gemacht, daſs das Mittel zu viele Zeit erfordern und man durch dasselbe zu langsam und zu spät zum Ziele gelangen würde. Aber durch das eben angeführte Beispiel wird diese Meinung keineswegs bestätigt, und eben so wenig durch die beiden Beobachtungen in den Umgebungen von München. Allerdings mag die Natur manchmal ziemlich lange Zeit nöthig haben, um einen in Sand gegrabenen Canal oder Graben hinlänglich wasserdicht zu machen. Allein sie kann auch nur bei Regenwetter, und auch dann nicht immer lange wirksam sein. Wenn man aber einen Canal durch Füllung mit trübem Wasser wasserdicht machen will, so hat man es gewöhnlich in seiner Gewalt, das Wasser so trüb zu machen und so lange trüb zu erhalten, als man will; und dann kann unmöglich lange Zeit erfordert werden, um den Zweck zu erreichen; ja ich nehme, auf die bisherigen Erfahrungen mich stützend, keinen Anstand, zu behaupten, daſs diese Weise, einen in Sand gegrabenen Canal wasserdicht zu machen, nicht nur die wirksamste und sicherste sei, sondern auch am schnellsten zum Ziele führe.

7.

Ich werde nun die Erfahrungen, die ich am Canal selbst gemacht habe, beschreiben.

Als ich im Monat März 1836 des Canalbaues wegen in Nürnberg angekommen war, fand ich in einem Garten der Stadt Gelegenheit, eine 4 F. tiefe Grube, deren Sohle 6 F. im Gevierte hatte, mit einfüſsigen Seitenböschungen ausgraben zu lassen. Sie wurde in dem tiefen Sande ausgegraben, der die Umgebungen von Nürnberg auszeichnet. Unmittelbar neben dieser Grube ist ein mit flieſsendem Wasser gefüllter Graben, aus welchem dieses mittels einer hölzernen, 2 Zoll weiten Röhre in die Grube geleitet wurde. Das in die Grube flieſsende Wasser wäre hinreichend gewesen, sie an einem Tage zu füllen. Aber es bedurfte zweier ganzer Tage, um nur ihren Boden zu bedecken. Endlich fing es an zu

steigen, und erreichte in weitern acht Tagen die Höhe von 4 Fufs. Man verstopfte nun die Zuleitungsröhre und liefs das Wasser in der Grube versickern, wozu ungefähr 8 Tage nöthig waren, da es doch im Anfange des Versuchs zweier Tage bedurft hatte, um nur den Boden der Grube zu bedecken. Als es gänzlich versickert war, fand sich die Oberfläche der Grube mit einer braunen Haut überzogen, die sich aus dem in seinem Laufe durch die Stadt unrein gewordenen Wasser niedergeschlagen hatte. Ich liefs sie wegnehmen, und die Grube liefs das Wasser wieder eben so bald versickern, wie am Anfange des Versuches. Es wurden nun zwei Cubikfufs, im Wasser erweichten und darin zerrührten Lettens in dieselbe gebracht und oft aufgerührt, und es wurde dadurch unverzüglich eine sichtbar gute Wirkung erlangt. Der Letten wurde nach und nach bis zu 17 Cubikfufs vermehrt und das Wasser endlich der Versickerung überlassen. Es versickerte nun zwar in den ersten 24 Stunden nahe an einen Fufs hoch; in den folgenden Tagen aber nur noch einen Zoll hoch täglich, und weniger. Auch in den folgenden Versuchen hatte ich Gelegenheit, zu bemerken, dafs, als das Wasser bis auf 3 und $2\frac{1}{2}$ Fufs gesunken war, die Versickerung nur noch 1, $\frac{1}{2}$, und auch nur $\frac{1}{3}$ Zoll täglich betrug, wenn sie auch bei der Höhe von 5 Fufs einen Fufs und darüber betragen hatte.

8.

Im folgenden Jahre (1837) liefs ich eine 3000 F. lange Canalhaltung, deren Ausgrabung eben vollendet war, unten mit einem Damme schliefsen und einige in den Canalhaltungen hervorkommende Quellen, die ungefähr $\frac{1}{2}$ Cubikfufs Wasser brachten, in dieselbe fliefsen. Da in jenen Haltungen noch gearbeitet wurde und der Sand, in welchem sie gegraben wurden, einigen Thon enthielt, so kam das Wasser ganz trüb in der zum Versuche bestimmten Haltung an. So schnell es hier auch im Anfange versiegte, so erreichte es doch in wenigen Wochen die Höhe von 5 Fufs; und als man es im folgenden Sommer (1838) versickern liefs, versiegte es, nachdem es bis zu 3 Fufs herabgesunken war, so langsam, dafs, als noch einige Arbeiten in dieser Haltung vorzunehmen waren, man das gänzliche Versiegen des Wassers nicht erwarten konnte, sondern den Damm durchstechen mufste, um es ablaufen zu lassen. Die Sohle des Canals fand sich nun nicht, wie ich erwartet hatte, mit einer dünnen Thonschicht bedeckt, sondern sie bestand aus einer, mehr als einen hal-

ben Fuſs tiefen, halbflüssigen Masse von Sand und Thon, die aber kein Wasser durchlieſs.

Diese Versuche wurden nur oberflächlich und noch nicht mit derjenigen Sorgfalt gemacht, welche der Zweck zu erfordern schien. Dennoch waren sie befriedigend genug, um mir meine Ansichten als wahr und richtig zu bestätigen. Genauere Versuche wurden erst gegen das Ende 1839 angefangen und im Sommer und Herbst 1840 fortgesetzt. Diese Versuche werde ich nun umständlich beschreiben.

9.

Der erste Versuch wurde mit der Canalhaltung, die sich von der von Nürnberg nach Fürth führenden Straſse über die *Pegnitz* bis zum Dorfe Kranach 17600 F. weit erstreckt, oder vielmehr nur mit einem kleinen Theile derselben gemacht. Der wichtigste Theil derselben, weil er beinahe ausschlieſslich der Gegenstand dieses Versuchs ist, ist die, nur 1300 F. lange, in tiefen und lockern Sand gegrabene Strecke diesseits der Pegnitz: denn der längere, jenseits liegende Theil der Haltung ist gröſstentheils in guten Thonboden gegraben. Der diesseits liegende, sandige, schon im Jahr 1836 ausgegrabene Theil ist ziemlich tief eingeschnitten, und der hier ausgegrabene Sand wurde auf beiden Seiten des Canals zu hohen Hügeln aufgehäuft, von welchen der Wind während dreier Jahre Vieles in den Canal geführt und die Sohle desselben um ungefähr einen Fuſs erhöht hat. Diese Sandschicht war so locker, daſs man in dieselbe bis über die Knöchel einsank. Ich lieſs sie nicht herausnehmen und den Canal nicht vertiefen, weil sie mir zu diesem Versuche vorzüglich geeignet schien und weil man nach Beendigung desselben daran die Möglichkeit der leichten Verdichtung des Sandes besser wahrnehmen konnte. Neben dieser Canalstrecke liegt, ungefähr 50 Fuſs tiefer, ein Wiesengrund, der, wie wir bald sehen werden, für diesen Versuch merkwürdig wurde.

10.

Diese Haltung erhielt jetzt ihren Zufluſs ganz allein aus dem sogenannten *Thonerlandgraben,* der ungefähr 1500 F. von dem über die Pegnitz erbauten Brücken-Canal und jenseits an demselben unter den Canal weggeleitet wird, jetzt aber in denselben aufgenommen wurde. Es geschah zuerst am 8ten December 1839. Das Wasser dieses Grabens verbreitete sich theils in dem im Thonboden gegrabenen längern Theil der Canalhaltung, theils floſs es, und zwar das meiste, über den Brücken-Canal

in den diesseits liegenden, 1300 F. langen sandigen Theil derselben. Allein hier war die Versickerung so grofs, dafs am 22sten December, also nach 14 Tagen, das Wasser sich erst über eine Länge von 500 F. der Canalsohle verbreitet hatte, ungeachtet ungefähr ein Cubikfufs in der Secunde zuflofs. Es trat nun Regen ein; das Wasser stieg im Canale jenseits, bei einem Zuflusse von ungefähr 3 Cubikfufs, bis auf 1 F. 4 Z.; aber diesseits, in der Sandstrecke, dauerte es noch 9 Tage, bis es das Ende derselben erreichte, oder bis es 1300 F. weit fortgeschritten war, und ohne eine merkliche Höhe erreicht zu haben. Noch führte gerade vor dem Brücken-Canal ein Fahrweg über die Canallinie, der noch nicht unterbrochen werden durfte und durch welchen ein schmaler Graben gezogen war, der das Wasser von jenseits herüber führte; und die Geschwindigkeit in demselben zeigte, dafs der gröfste Theil des jenseits einfliessenden Wassers hierher flofs, um zu versiegen. Nun fing es aber an, am Rande des unten liegenden Wiesengrundes an vier Stellen herauszudringen. Der Herr Bezirks-Ingenieur *Erdinger*, dem die Ausführung einer mehrere Stunden langen Canalstrecke um Nürnberg übertragen war und der diese Versuche leitete, hatte mir davon eine Anzeige nach München, wo ich damals war, gesendet, und ich empfahl ihm nun, die Trübung des Wassers anzufangen, und sorgfältig zu beobachten, ob das unten hervorquellende Wasser hell oder trüb sei. Es war hell; woran ich ohnehin nie gezweifelt hatte. Mit dem Aufrühren des jenseits der Pegnitz im Canale liegenden Thons wurde ununterbrochen fortgefahren, bis am 7ten Jänner heftiger Frost eintrat, den Canal mit Eis bedeckte und den Versuch unterbrach.

11.

Am 17ten Jänner trat Thauwetter ein, und am 24sten Jänner war das Eis im Canale geschmolzen. Mit dem Thauwetter hatte sich der Wasserzuflufs wieder vermehrt. Das Wasser war bis dahin in der Sandstrecke, die man während der Kälte von der Haltung jenseits getrennt hatte, ganz versiegt. Die Verbindung zwischen den beiden Theilen der Canalhaltung wurde nun wieder hergestellt. Ueber der Sohle des Brücken-Canals stand das Wasser am 17ten Jänner 9 Zoll hoch, stieg bis zum 20sten auf 15 Z., aber nicht in der Sandstrecke. Erst am 21sten fing es an, die dünne Eisdecke zu heben und stieg bis zum 30sten auf die Höhe von 21 Z.; an welchem Tage es auf der Sohle des Brücken-Canals die Höhe von 25 Z. erreicht hatte. An den vorhergehenden Tagen war der Unterschied der

Wasserhöhen 12 Z. und darüber gewesen, und hatte nun allmälig bis auf 2 Z. abgenommen.

Am 30ten Jänner mufste eine Ausbesserung an dem kleinen Damme, der für die Einleitung des Thonerlandgrabens war errichtet worden, gemacht werden. Der Wasserzuflufs in den Canal wurde für den gröfsten Theil dieses Tages unterbrochen, und das Wasser fiel dadurch um 0,25 F. Am folgenden Tage stieg es wieder und erreichte in der Sandstelle die Höhe von 1,85 Z. und auf dem Brücken-Canal von 2,1 F.; nahm aber bald, wegen verminderten Wasserzuflusses, auf beiden Seiten bis zu 1,68 F. und 1,78 F. ab. Der Unterschied der Wasserhöhen in beiden Canaltheilen betrug daher nur mehr 1 Z. Jetzt trat Regenwetter ein. Der Wasserzuflufs vermehrte sich bis zu 10 Cubikfufs. Am 6ten Februar betrugen die Wasserhöhen 2,02 F. und 2,08 F. und am 9ten Februar an beiden Stellen 3,57 F. Sie waren also jetzt einander gleich geworden. Der Wasserzuflufs verminderte sich wieder, das Wasser fing im Canale zu sinken an, und es ergab sich, dafs ein Zuflufs von 3 Cubikfufs in der Secunde nothwendig war, um der Versickerung in der 17600 F. langen Haltung das Gleichgewicht zu halten.

Am 13ten Februar gaben die vier Quellen am Rande des Wiesengrundes nur noch wenig Wasser; am 14ten und 15ten flofs nur noch eine derselben, und am 18ten war auch diese versiegt. In dem Graben, welcher das Wasser von dem Brücken-Canal in den sandigen Theil des Canals hinüber leitete, hatte die Geschwindigkeit sehr abgenommen: ein Beweis mehr, dafs die Versickerung dort sehr vermindert war. In dem längern, in festen Boden gegrabenen Theile der Haltung hatten sich da, wo der Wasserspiegel des Canals sich über die äufsern Umgebungen erhebt, an den Aussenseiten der Canaldämme ebenfalls einige kleine, obwohl sehr unbedeutende Quellen gezeigt. Auch diese waren bis zum Ende des Monats März theils versiegt, theils hatten sie sehr abgenommen.

12.

Bis zum Monat März hatte der Wasserzuflufs bis auf einen Cubikfufs in der Secunde und darunter abgenommen, und das Wasser im Canal, welches während dem vorhergegangenen Regenwetter auf 3,5 F. gestanden hatte, sank jetzt auf 3 und 2 F. zurück. Ein Zuflufs von einem Cubikfufs war also noch nicht hinreichend, das versickernde Wasser vollkommen zu ersetzen. Es wurde aber ununterbrochen mit Aufrühren des Thons und Trüben des

Wassers fortgefahren, und bald war die Verdichtung so weit fortgeschritten, dafs in der zweiten Hälfte des Monats März das Wasser im Canale bei einem Zuflusse von 0,75 Cubikfufs zwar langsam sank, aber, wenn der Zuflufs zu einem ganzen Cubikfufs sich erhob, wieder eben so langsam zu steigen anfing. Wenn man diesen Wasser-Aufwand mit jenem vergleicht, der am Anfange des Versuches statt gefunden hatte, wo ein viel gröfserer Zuflufs drei Wochen lang nicht hinreichte, die nur 1300 F. lange sandige Sohle des Canals zu bedecken; wenn man ihn mit dem Verluste in der ersten Hälfte des Februars, der damals noch 3 Cubikfufs betrug, vergleicht: so lassen sich wohl die schnellen Fortschritte, welche die Verdichtung des Canals durch trübes Wasser machte, nicht bezweifeln; denn, wenn man die Tage abrechnet, an welchen Frostkälte das Trüben des Wassers verhinderte, so waren nicht mehr als ungefähr 8 Wochen dazu nöthig gewesen.

13.

Da in dieser Canalhaltung noch einige Mauer-Arbeiten zu vollenden waren, so mufste, bei nun eingetretener, dazu günstiger Witterung, um nicht daran durch das Wasser gehindert zu sein, dieses entfernt werden. Man leitete das Zufliefsende ab und liefs das im Canale befindliche versiegen. Es geschah dies nur sehr langsam, und es versiegte von demselben, als es nur noch 2 F. und weniger hoch war, des Tages nur $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ Z., ja am Ende noch weniger: selbst in dem sandigen Theile der Haltung, welche ich, um sie abgesondert beobachten zu können, von dem jenseits der Pegnitz liegenden Theile hatte trennen lassen. Als das Wasser ganz vertrocknet war, fand sich die vom Winde hineingewehte, früher so lockere Sandschicht ungefähr einen Fufs tief vom Thone durchdrungen und so fest, dafs, als sie endlich herausgenommen wurde, sie vorher aufgehackt werden mufste. Auch die aus lockern Sande bestehenden Böschungen der Canalufer waren mehr als einen halben Fufs tief vom Thon durchdrungen und eben so fest geworden.

14.

Die übrigen Versuche wurden in den letzten Tagen des Monats August angefangen. Ich bezeichne die Nummern der Canalhaltungen, über welche sie sich ausdehnten, und die Länge derselben. Sie sind folgende:

No. 63. Länge 3650 F.; No. 64. Länge 3750 F.; No. 65. Länge 1750 F.;
No. 66. Länge 4000 F.; No. 67. Länge 4250 F.; No. 68. Länge 3000 F.;

No. 69. Länge 6000 F.; No. 70. Länge 5500 F.; No. 71. Länge 2335 F.; No. 72. Länge 17600 F. Zusammen 10 Haltungen 51835 F. lang.

Die Haltungen No. 63 bis 68 sind gröſstentheils in tiefem Sande ausgegraben; doch enthalten sie auf ihrer Sohle theilweise Thon. Die Haltung No. 69 hat in einer Länge von 3500 F. gröſstentheils Thonboden; die übrige Länge von 2500 F. ist in ziemlich groben, das Wasser schnell durchlassenden Sand gegraben; eben so die beiden Haltungen No. 70 und 71. Die Haltung No. 72 ist die, in welcher die oben beschriebenen Versuche gemacht worden sind *).

15.

Da die Schleusen noch keine Thore hatten, so wurden vor den Oberhäuptern derselben Balkenwände eingelegt und es wurde ein kleiner Erddamm vor denselben aufgeschüttet. Sie staueten das Wasser entweder bis zu ihrer Höhe, oder lieſsen es über sich hinwegfallen. Um die Höhe des überfallenden Wassers auf diesen Balkenwänden zu messen, war an jeder Seite, ungefähr 5 F. seitwärts von den Balkenwänden, ein in Decimalzolle und Linien eingetheiltes Wasserhöhenmaaſs errichtet.

16.

Um das Wasser mit dem auf der Sohle des Canals befindlichen Thone zu trüben, lieſs ich ein einfaches Werkzeug verfertigen. Es besteht aus einem aus nur schmalen Brettern zusammengenagelten Rahmen von 10 Z. im Gevierte. Parallel mit seiner Diagonale sind, in Abständen von 1½ F., Latten darauf genagelt. Es wird, mit diesen Latten nach unten, auf die Sohle des Canals gelegt und mit so vielen Steinen beschwert, als eben nöthig ist, damit es nicht vom Wasser gehoben werde. An die eine Ecke desselben wird mittels eines Seiles ein Pferd gespannt, und ein zweites Seil ist an die entgegenstehende Ecke befestigt, durch welches ein auf dem gegenüberliegenden Ziehwege gehender Mann diese Schleife (so kann man sie nennen) immer in einer Richtung erhält, in welcher sie allmälig die ganze Breite der Sohle bestreicht. Ich hatte zuerst Besen, dann Dornen an die Schleife binden lassen: aber die Erfahrung zeigte, daſs

---

*) Die Hälfte der beiden Haltungen No. 69 und 71 liegen mit ihrem Wasserspiegel bis zu 5 F. hoch über der äuſsern Bodenfläche, und nur an einigen etwas tiefer liegenden Stellen zeigten sich unbedeutende Durchsickerungen, die aber nach ein Paar Wochen gänzlich verschwanden.

sie auch ohne das eben so wirksam ist. Sie wurde von einem Pferde in den thonigen Theilen des Canals hin und her geschleppt und das Wasser dadurch schnell und vollkommen trüb gemacht. Mit weiterer Ausdehnung der Verdichtungs-Arbeiten wurden diese Schleifen allmälig bis auf sieben vermehrt.

17.

Die Versuche wurden mit der 69sten Haltung angefangen. Man leitete Ende Augusts das in den obern Haltungen als Quellen erscheinende Wasser durch die über ihr liegende Schleuse in dieselbe. Hiezu kam noch der unterhalb dieser Schleuse in die Haltung fliefsende, aus den Teichen bei Nürnberg (Duzendteich) abgeleitete Landgraben: eine künstliche Wasserleitung, die nach Willkür unterbrochen werden kann. Es trat Regenwetter ein, und am 7ten September betrug der Zuflufs über 15 Cubikfufs, der sich zwar in den folgenden Tagen wieder verminderte, aber doch einigemale wieder das nemliche Maafs erreichte, und im ganzen Monat September nicht unter die Hälfte herabsank. Ohne Versickerung hätte diese Canalhaltung, deren Raum-Inhalt 1 850 000 C. F. beträgt, in ein paar Tagen gefüllt sein können, aber sie erlangte bis zum halben October kaum die Tiefe von 2 F. Die Wirkung der ununterbrochen fortgesetzten Trübung des Wassers wurde endlich merklicher, und die Wassertiefe erreichte am 23. October 5 F. Noch aber war die Ufermauer des in dieser Haltung befindlichen Nürnberger Canalhafens unvollendet und man mufste, um die letzte Quaderschicht derselben legen zu können, einen Balken der vor der nächst-untern Schleuse eingelegten Balkenwand abheben, wo dann die Wassertiefe im Durchschnitt auf 44 Zoll stehen blieb. Die Höhen, auf welchen das Wasser über die Balkenwände der beiden, diese Haltung begrenzenden Schleusen fiel, wurden vorzüglich sorgfältig an den Tagen beobachtet, an welchen der Landgraben kein Wasser brachte und die Haltung nur Zuflufs durch das in der oberhalb liegenden Schleuse überfallende Wasser erhielt. Der Unterschied zwischen den Wassermengen, welche über die Balkenwände der beiden die Haltung begrenzenden Schleusen fielen, mufste natürlicherweise der Wassermenge gleich sein, welche in der Haltung versickerte. Die Höhen, mit welchen das Wasser über diese 18 F. langen Balkenwände fiel, waren vom 13. bis 30. November folgende in Decimallinien:

	Vor der Schleuse No. 68.	Vor der Schleuse No. 69.
Am 13. November ...	16	15
- 14. - - - ...	27	26
- 15. - - - ...	30	30
- 16. - - - ...	30	30
- 17. - - - ...	30	30
- 18. - - - ...	25	25
- 19. - - - ...	22	20
- 20. - - - ...	40	30
- 21. - - - ...	40	40
- 22. - - - ...	30	30
- 23. - - - ...	40	40
- 24. - - - ...	35	35
- 25. - - - ...	20	20
- 26. - - - ...	20	20
- 27. - - - ...	20	20
- 28. - - - ...	20	20
- 29. - - - ...	25	25
- 30. - - - ...	20	20
Zusammen	490	476

Am 1. December brachte der Landgraben wieder Wasser, und nun fiel es täglich wieder um einige Linien höher über die untere als über die obere Balkenwand.

18.

Die Summen der Höhen des überfallenden Wassers betrugen also in 18 Tagen 490 und 476 Linien, oder im Durchschnitt 27,22 und 26,44 Linien täglich. Es fiel also unten um 0,78 Linien weniger über, als oben.

Nach *Eytelweins* Formel (*Eytelweins* Handbuch der Mechanik und Hydraulik, §. 103.) betrugen die unten und oben überfallenden Wassermengen 8,52 und 8,16 Cubikfuſs in der Secunde. Der Unterschied ist also 0,36 Cubikfuſs. So viel betrug also damals noch die Versickerung. Ich habe vorausgesetzt, daſs Versickerung und Verdunstung während des Schiffahrtsjahres von 240 Tagen den doppelten Inhalt des Canals, also hier 3 700 000 C. F. jährlich, und in der Secunde 0,18 C. F. betragen werde. Sie würde also hier nur doppelt so groſs sein, als sie sein sollte. Hätte ich aber mit

Andern angenommen, dafs der Wasserverlust in der Folge dem dreifachem Inhalte des Canals gleich kommen werde, so würde er 0,27 C. F. in der Secunde betragen und von dem am 30. November nur um ein Drittheil übertroffen werden.

Es kann kein Zweifel sein, dafs bei dem schnellen Fortschreiten der Verdichtung des Canalbettes, welches diese Verfahrungsweise bewirkt, im nächsten Frühling das vorausgesetzte Minimum erreicht werden wird, und es ist sehr wahrscheinlich, dafs diese Haltung schon im Laufe des Decembers dem Ziele um Vieles näher gekommen sein wird.

Es könnte bei den eben angeführten Beobachtungen auffallend sein, dafs die Höhen des überfallenden Wassers an beiden Schleusen beinahe immer gleich waren; was streng genommen nicht wohl möglich ist. Allein es war, der nie ganz ruhigen Wasseroberfläche wegen, nicht wohl möglich, noch Theile von Linien zu beobachten. Daher auch die wahrscheinlich unrichtige Beobachtung vom 20. November, wo auf einmal über die Balkenwand der untern Schleuse das Wasser um 10 Linien niedriger übergefallen wäre. Hätten die Beobachtungen mit vollkommner Genauigkeit bis auf Theile von Linien gemacht werden können, so würden dann auch wahrscheinlich jene 10 Linien aufser Rechnung geblieben sein. In jedem Falle aber wird das arithmetische Mittel von 18 Tagen wenig von der Wahrheit abweichen.

19.

Die andern beiden Beobachtungen, welche ich nun noch anführen werde, sind nicht weniger entscheidend; doch mufs ich vorher noch Einiges über die nächste Haltung No. 70, in welcher der Versuch auf eine unerwartete Weise unterbrochen wurde, anführen.

Als der Grund zu der Schleuse No. 69 bis zu ungefähr 5 F. tief unter der Canalsohle, wo bis dahin keine Spur von Wasser wahrzunehmen gewesen war, ausgegraben wurde, erschienen auf einmal so reiche Quellen, dafs die Tag und Nacht ununterbrochene Anwendung dreier grofser Wasserschrauben erfordert wurde, um die Baugrube wasserfrei zu halten. Es war vorauszusehen, dafs diese Quellen nach zugefüllter Baugrube wieder verschwinden würden, weil sie sich vorher nie bis zur Canalsohle erhoben hatten. Allein sie waren mir sehr erwünscht; denn die unterhalb folgende Canalhaltung No. 72 enthält den Canalhafen für die Manufacturstadt Fürth, und es ist wohl vorauszusehen, dafs diese einen eigenen Verkehr mit

Bamberg und dem Main haben wird, und folglich Schiffe dahin und zurückgehen werden, welche, da sie nicht weiter aufwärts gehen, kein Wasser von dort herab bringen können. Ein eigner, neuer Wasserzuflufs in der Nähe mufste daher sehr erwünscht sein, und ich bestimmte diese so unerwartet gefundenen Quellen dazu. Aber da sie nicht über die Sohle der nächsten Haltung sich erheben konnten, so führte ich sie in einer einen Fufs weiten Röhre aus gehauenen Steinen, in der Tiefe, aus welcher sie hervorkamen, unter der Sohle des Canals, bis in den nächsten, unter derselben zur Ableitung des von den nahen Feldern kommenden Regenwassers erbauten Durchlafs und aus diesem in einem offenen Leitgraben in die Haltung No. 72. Diese Röhre ist aus zwei halbrund ausgehauenen und aufeinander gelegten Rinnen zusammengesetzt. Da in dem Graben, in welchen sie gelegt wurde, noch mehrere kleine Quellen erschienen, und ich denselben den Weg in die Röhre nicht verschliefsen wollte, so liefs ich die Rinnen ohne Mörtel auf einander legen und dann durch Zuwerfen des Grabens die Canalsohle wieder ebenen. Allein, als diese Canalhaltung gefüllt wurde, bahnte sich das Wasser durch verschiedene kleine Oeffnungen, die auf der Canalsohle entstanden waren, einen Weg in die Röhre, und es wurde im Leitgraben aus der gröfseren Menge und Trübung mit Thon bald sichtbar, dafs es aus dem Canale kam. Ich liefs nun die Balkenwand vor der zunächst unterhalb liegenden Schleuse No. 70 herausnehmen und das Wasser unaufgestaut über die Sohle dieser Haltung in die nächste Haltung No. 71 abfliefsen, die nun gefüllt werden sollte. Die mit der Röhre vorzunehmende Verbesserung und die Verdichtung dieser Haltung wurde auf den nächsten Frühling verschoben.

20.

Die Fortschritte, welche die 2395 F. lange Haltung No. 71 zum wasserdichten Zustande machte, konnte am sichersten dadurch beurtheilt werden, dafs man, nachdem in derselben das Wasser die Höhe von 5 F. erreicht hatte und der Wasserzuflufs in dieselbe mehrmals unterbrochen worden war, während dieser Unterbrechung sorgfältig beobachtet hatte, um wieviel das Wasser in der Haltung während 24 Stunden sank.

Am 14ten September wurde zum erstenmale Wasser in diese Haltung gelassen und es erreichte darin bereits am 24sten September die Höhe von 5 F. Der Zuflufs wurde an diesem Tage, indem vor der zweiten oberhalb liegenden Schleuse ein neuer Balken eingelegt wurde, unterbrochen,

und das Wasser sank in 24 Stunden um 14,2 Zoll. Am folgenden Tage fiel das Wasser oben wieder über die Balkenwand, und bald hatte die Haltung wieder die Tiefe von 5 F. erreicht. Am 29sten September wurde der Zuflufs wieder unterbrochen, und in den nächsten 24 Stunden fiel das Wasser um 11 Zoll, folglich um 3,2 Zoll weniger als vor fünf Tagen. Um so viel hatte also die Wasserdichtigkeit der Haltung binnen so wenigen Tagen zugenommen. Es flofs nun bis zum 10ten November kein Wasser mehr zu, und die Haltung behielt bis dahin nur 6 Zoll hoch Wasser. Nach am 10ten November wieder eingetretenen Zuflusse stieg es bald wieder auf 5 Fufs, und fiel nun über die Balkenwand vor der Schleuse No. 71 in die Canalhaltung No. 72 über. Am 6ten December wurde der Zuflufs wieder unterbrochen und blieb es auch die folgenden Tage, bis zum 11ten. Während dieser sechs Tage sank es um 3 Z., 3 Z., 1 Z., 3 Z., 2 Z. und 0,15 Z., also zusammen um 12,15 Z., folglich während dieser sechs Tage nicht um so viel, als am 24sten September an einem Tage. Und doch hatte der Zuflufs nicht ununterbrochen gedauert. Denn vom 14ten September bis 11ten December, also während 89 Tagen, war nur in 42 Tagen Wasser zugeflossen. Die Versickerung hatte am 6ten December 38800 Cubikfufs, folglich in der Secunde 0,46 Cubikfufs betragen. Sie sollte aber, nach der Voraussetzung, dafs der doppelte Inhalt des Canals während eines Schifffahrtsjahres verloren gehen werde, nur 0,051 C. F., und mit dem dreifachen Inhalte als Verlust, 0,076 C. F. betragen. Sie betrug also noch sechs- oder neunmal so viel, als sie nach jenen Voraussetzungen betragen sollte; was bei der kürzern Zeit, die zu diesem Versuche verwendet wurde, und den demungeachtet schnellen Fortschritten, welche die Verdichtung machte, befriedigend genug ist, und nicht befremdend sein kann.

21.

Der diesseits der Pegnitz liegende sandige Theil der Haltung No. 72 war am Anfange des Jahres 1840 noch nicht bis zu der Schleuse No. 71 hinauf ausgegraben, weil er noch durch die nach Fürth führende Hauptstrafse und Eisenbahn unterbrochen war. Es wurden im Sommer die beiden Brücken für diese Strafsen gebaut; die noch kurze übrige Strecke von 300 F. Länge wurde ausgegraben und dadurch dieser 1300 F. lange Canaltheil bis auf 1600 F. verlängert. Zugleich wurde die von hineingewehtem Sande erhöhete Canalsohle wieder vertieft, dadurch aber die bereits ihr erworbene Wasserdichtigkeit wieder vernichtet. Es wurde nun das Wasser

des Leitgrabens, welches unter der Schleuse No. 69 hervorkommt, wie ich in (19) erwähnt habe, am letztenTage des August mit ungefähr 2 Cubikfuſs in der Secunde hineingeleitet. Allein dieses Canalstück lieſs das Wasser wieder in solcher Menge durch, daſs es am 19ten September, also nach etwa 3 Wochen, auf der Sohle des Canals noch nicht über 1000 F. weit gekommen war, ungeachtet man fortwährend Thon hineingeworfen und denselben aufgerührt hatte. Es wurde nun auch jenseits der Thonerlandgraben wieder in den Canal geleitet, und nun endlich verbreitete sich das Wasser über die ganze 1600 F. lange Canalsohle. Auch der Leitgraben brachte trübes Wasser, und als nun endlich das Wasser zu steigen anfing, wurde der kleine Damm, der diesen sandigen Theil des Canals von der jenseits liegenden Haltung trennte, wieder geschlossen, so daſs kein Wasser des Thonerlandgrabens mehr hierhergelangte. Endlich fiel, vom 15ten November an, auch Wasser über die Balkenwand der Schleuse No. 71 in diesen Canaltheil. Es erreichte nun bald die Höhe von 5 F., und nun war es möglich, eine Beobachtung zu machen, welche das nun eingetretene schnelle Fortschreiten zur Wasserdichtigkeit auſser Zweifel setzte. In den beiden Tagen, ehe das Wasser die Höhe von 5 F. erreichte, war es jeden Tag um 3 Linien gestiegen. Um es nicht über diese Höhe steigen zu lassen, lieſs ich in den kleinen Damm vor dem Brücken-Canal eine Rinne einlegen, durch welche das überflüssige Wasser ablief; worauf es im Canale auf der Höhe von 5 F. stehen blieb. Nach fünf Tagen wurde die Rinne geschlossen, und das Wasser stieg nun, ungeachtet der Zufluſs sich um einen halben Cubikfuſs vermindert hatte, während 24 Stunden um 11 Linien, da es doch fünf Tage vorher, bei gröſserem Wasserzufluſs, nur um 3 Linien gestiegen war. Um so viel hatte also die Wasserdichtigkeit während nur fünf Tagen zugenommen.

22.

Schon im Anfange des Septembers, als das Wasser im Canale kaum die Höhe von einigen Zollen erreicht hatte, waren am Fuſse der Anhöhe wieder die Quellen erschienen, die im December des vorigen Jahres die Wiesen mit Wasser bedeckt hatten. Aber als das Wasser im Canale bis zur Höhe von 5 F. gestiegen war, gaben sie, ungeachtet des gröſsern Drucks, weniger Wasser als im Anfange, und gegen das Ende des Novembers waren sie beinahe ganz versiegt.

23.

Die beiden Theile dieser Haltung wurden nun durch Oeffnung des kleinen Dammes wieder in Verbindung gebracht, und das Wasser stieg in derselben nach eingetretenem Regenwetter auf die Höhe von 5 F. 7 Z., die man durch Oeffnung eines Grundablasses auf 5 F. zurückbrachte. Es zeigten sich nun an den Stellen, an welchen der Wasserspiegel des Canales höher stand als die nahe liegenden Felder, wieder einzelne, aber nicht bedeutende Durchsickerungen. Ich liefs darauf auch in dieser Haltung den Thon durch eine der oben (16.) beschriebenen Schleifen aufrühren, worauf sich die Durchsickerungen bald verminderten, und sie würden wahrscheinlich bald ganz aufgehört haben, wenn nicht die diesesmal früh eingetretene Kälte den Canal mit Eis bedeckt und alle fernere Arbeiten unterbrochen hätte.

24.

Aber auch in die obern Haltungen von No. 63 bis 68 wurde Wasser geleitet, wozu den meisten Beitrag der sogenannte Klosterbach brachte, der zwei Stunden oberhalb Nürnberg in den Canal fliefst. Man liefs das Wasser anfangs durch diese Haltungen nur hindurch fliefsen, ohne es vor den Schleusen durch Balkenwände aufzustauen; aber an den Stellen, wo Thon auf der Canalsohle war, liefs man es fortwährend durch die schon erwähnten Schleifen trüben. Endlich, als die untern Haltungen anfingen, wasserdicht zu werden und des von oben herabkommenden trüben Wassers weniger bedurften, wurden auch vor den oberhalb liegenden Schleusen Balkenwände eingelegt, aber nur allmälig erhöhet, um immer noch einiges trübe Wasser überfallen und in die untere Haltungen abfliefsen zu lassen. Auch hier schritt die Verdichtung auf eine befriedigende Weise fort. Im December hatte die Haltung No. 63 die Tiefe von 3 F. 4 Z., in den Haltungen No. 64 und 65 von 3 F., in der Haltung No. 66 von 4. F. 5 Z. und in der Haltung No. 68 von 4 F. 2 Z. reicht. In der Haltung No. 67 mufste man das Wasser unaufgestauet durchfliefsen lassen, weil in derselben noch eine Mauerarbeit zu vollenden war. Diese Haltungen erreichten aber nur darum die Wassertiefe von 5 F. nicht, weil die Balkenwände noch nicht alle zu dieser Höhe gebracht waren und, ehe es geschehen konnte, die Frostkälte allen Arbeiten ein Ende machte. Genauere Beobachtungen werden hier im nächsten Frühling gemacht werden; doch kann man jetzt schon mit ziemlicher Gewifsheit annehmen, dafs die Wasserdichtigkeit derselben mehr als halb erreicht worden ist.

25.

Die Anwendbarkeit des Thons zu ähnlichen Zwecken wird ungemein erhöhet durch die Eigenschaft desselben, im Wasser, wenn er einmal darin zertheilt ist, lange schwimmend zu bleiben. Mit Thon getrübtes Wasser bleibt, wenn es auch ganz ruhig steht, mehrere Tage lang trüb, und wenn es fliefsend ist, kann es mehrere Meilen zurücklegen, ohne hell zu werden; und gerade, wenn der gröfste Theil des im Wasser schwimmenden Thons niedergesunken und das Wasser um vieles weniger getrübt ist, scheint es die vortheilhafteste Wirkung zur Verdichtung des Sandes zu machen. Es legt sich dann keine, oder höchstens nur eine sehr schwache Thonschicht nieder, die, wäre sie stärker, dem tiefen Eindringen in den Sand eher hinderlich sein könnte, dringt aber, wenn nur schwach getrübt, unmittelbar und tief in den Sand, und macht ihn, zwar langsamer, aber um so sicherer und vollkommener fest und wasserdicht. Ich habe oben (4.) es für möglich und wahrscheinlich gehalten, dafs aus dem Wasser der darin aufgelösete Kalk sich im Sande niederschlagen und denselben wasserdicht machen könne. Der sehr fein im Wasser zertheilte, wenn auch nicht chemisch darin aufgelösete Thon kann eine ganz ähnliche Wirkung hervorbringen, und man wird kaum die Möglichkeit läugnen können, dafs er allmälig den Sand dem Zustande weichen Sandsteines, dessen Bindungsmittel Thon ist, so wie dafs kalkhaltiges oder hartes Wasser den Sand dem Sandsteine mit Kalk als Bindungsmittel nahe bringen könne.

Ich halte es in jedem Falle für nützlich, auch schon befahrenen Canälen, wenn die Ortsverhältnisse dafür günstig sind, mit Thon leicht getrübtes Wasser zuzuleiten und sie dadurch fortwährend wasserdichter und ihre Ufer fester zu machen; obwohl zu dem letztern Zweck auch andere Mittel nicht vernachlässigt werden sollten.

26.

In dem gröfsten Theile des Ludwigs-Canals, in welchem diese Verdichtungsweise mit Nutzen angewendet werden kann (und dieses ist nicht nur an den sandigen Stellen, sondern beinahe überall der Fall), ist Thon auf der Sohle vorhanden; freilich in den sandigen Strecken nur an einzelnen, oft ziemlich weit von einander entfernten Stellen. Aber den übrigen Stellen kann von hieraus sehr wohl trübes Wasser zugeführt werden, weil man, wie ich im vorhergehenden Paragraph bemerkt habe, den im Wasser fein zertheilten Thon mit demselben sehr weit fortsenden

kann. In die wenigen Canal-Haltungen, wo solches nicht geschehen kann, lasse ich Thon auf Wagen in die Haltungen fahren, aber nicht um die Sohle und die Böschungen des Canales damit zu bedecken, sondern, um damit das Wasser in demselben trübe zu machen.

27.

Da Einige glaubten, daſs das von mir angewendete Verdichtungsmittel zu langsam zum Ziel führen werde, so wurden von ihnen verschiedene andere Mittel, welche den Canal unverzüglich wasserdicht machen sollten, vorgeschlagen: als z. B. Bedeckung der Sohle und der Uferböschungen mit festgestampftem Thon; mit einem in Thon gelegten Steinpflaster mit französischem Cement; sogar mit einem Gemenge von Sand und hydraulischem Kalk. Obwohl ich alle Ursache hatte, den davon erwarteten Erfolg zu bezweifeln und sie mir, nach meinen zum Theil bereits gemachten Erfahrungen, entbehrlich schienen, so glaubte ich dennoch diese Versuche nicht hindern zu dürfen; denn sie konnten wenigstens über die Brauchbarkeit oder Unbrauchbarkeit dieser Mittel belehrend sein; auch erwartete ich davon die Bestätigung meiner Ueberzeugung, daſs das von mir angewendete Mittel bei weitem den Vorzug habe. Die Versuche wurden gemacht, und zwar mit dem Erfolge, den ich vorausgesetzt hatte. In den so behandelten Canalstrecken versickerten in 24 Stunden 10, 15 auch 20 Decimalzoll hoch Wasser. Sie mögen wohl mit der Zeit auch wasserhaltend werden, allein der Zweck ist doch verfehlt.

28.

Ein wesentlicher Vorzug der von mir angewendeten Verdichtungsweise ist der geringe Aufwand, welchen sie erfordert. Für die in (14.) genannten zehn Canalhaltungen von 51 835 F. lang wurden bis jetzt nur ungefähr 2000 Gulden verwendet. Von dieser Länge sind etwa 20 000 F. in Thonboden gegraben. Doch können auch diese nicht ganz eine künstliche Beförderung des Wasserdichtwerdens entbehren. Mit jenen 2000 Gulden wurden die Haltungen No. 69 und 71 beinahe ganz wasserdicht, und die Haltung No. 70 würde es mit dem nemlichen Aufwande zugleich ebenfalls geworden sein, wenn nicht die Hindernisse, die ich in (19.) erzählet habe, eingetroffen wären. Die übrigen Haltungen sind wenigstens halb wasserdicht geworden und sie werden im nächsten Frühling kaum noch mehr als 1000 Gulden erfordern, um es ganz zu werden. Das von dort abwärts flieſsende Wasser wird dann auch noch die Haltungen No. 69,

70, 71 und die 1600 F. lange Sandstrecke der Haltung No. 71 vollends verdichten. Die Arbeit wird noch wohlfeiler werden, wenn sie für eine längere Strecke zugleich ausgeführt wird. Von den im vorigen Paragraph angeführten und vorgeschlagenen Mitteln ist das wohlfeilste die Belegung mit gestampften Thon. Mit diesem würde der Längenfuſs des Canals dennoch wenigstens 1 Gulden kosten. Von den 10 hier angeführten Canalhaltungen sind ungefähr 32000 F. in Sand gegraben, und würden folglich, auf diese Weise behandelt, 32000 Gulden kosten, die Arbeiten, die vielleicht noch in den übrigen 20000 F. Länge nothwendig werden würden, ungerechnet. Und dann würde mit diesem, mehr als zehnmal so groſsen Aufwande der Canal doch noch nicht wasserdicht sein.

Möchten competente Richter ein Urtheil über meine Verfahrungsweise in diesen Blättern niederlegen, oder eigene Erfahrungen und Beobachtungen über diesen Gegenstand mittheilen.

Nürnberg im Februar 1841.

9.
Uebersicht der Geschichte der Baukunst, mit Rücksicht auf die allgemeine Culturgeschichte.

(Vom Herrn Bau-Inspector *C. A. Rosenthal* zu Magdeburg.)

(Fortsetzung der Abhandlung No. 2. im 1sten, No. 6. im 2ten, No. 8. im 3ten Hefte 13ten, No 1. im 1sten, No. 7. im 2ten, No. 8. im 3ten, No. 12. im 4ten Hefte 14ten Bandes und No. 1. im 15ten Bande.)

Vierter Abschnitt.
Die dritte Periode der Baukunst.

Die Griechen und Römer.

I. Die Griechen.

§. 69.
Einleitung.

Aus der melancholisch düstern Nacht, die über das alte Aegypten ausgebreitet ist, versetzen wir uns in den heitern, blühenden Tag Griechenlands; vor allen nach der Akropolis in Athen, zu den Ruinen des Parthenons und den andern Ueberbleibseln aus dem blühendsten Zeitalter der Kunst.

Schönheit war bei dem heitern, glücklichen Volke der Griechen das vorherrschende, wo nicht das einzige Ziel ihrer geistigen Cultur: man könnte wohl sagen, der Brennpunct, in welchem sich alle Strahlen ihres Seins und Strebens vereinigten. Diese eigenthümliche Richtung ist es, durch welche sie sich von allen frühern und spätern Völkern so wesentlich unterschieden, und welche es ihnen zugleich möglich machte, die Kunst in einem Grade auszubilden, daſs ihnen die Bewundrung der spätesten Nachwelt nicht fehlen konnte. Selbst die Religion, und zwar nicht der Mysterien-Dienst, noch die geläuterte Lehre einzelner Philosophen, sondern die Volksreligion der späteren Blüthenzeit, fand in der Schönheit mehr als in der Tugend ihre Basis, und muſste demzufolge, gleich der Kunst, jenen sinnlich-freundlichen Charakter annehmen, durch welchen sie sich so eigenthümlich unterscheidet und zufolge dessen die Ethik als die höchste Forderung der Moral aufgestellt wurde, während die frühern Ahnungen einer erhabenern Gottheit in der zweifelhaften Idee des Fatums nur noch ganz leise herüberdämmert. Die griechischen Götter sind nur eine höhere Potenz der Menschen; nur in der Tugend sind sie idealisirt.

Von ihnen unmittelbar lernten die Menschen, mit welchem sie in einem nahen, oft vertraulichen Verkehr standen, die Kunst. So entstanden jene Meisterwerke der Poesie und Bildnerei; auch so nur konnten jene Gebäude entstehen, die nicht aus einzelnen Steinen mühsam zusammen getragen, sondern aus der Phantasie vollendet in die Wirklichkeit hervorgetreten zu sein scheinen.

Ueber das, dem Bedürfnifs gemäfs, einfach und fafslich angeordnete Ganze breitet sich belebend und künstlerisch verklärt eine Harmonie aus, welche uns (freilich ohne uns dem Höhern, dem Unendlichen näher zu bringen) eine vollkommene ästhetische Befriedigung gewährt, und die ohne Anstrengung die tiefere Bedeutung des Bauwerks als Erzeugnifs und Ausflufs des Volksgeistes dem Gefühle offenbart. Sehen wir jenen Tempel: wir glauben die Wohnung eines der Himmlischen zu erblicken; aus den gastlich offenen Säulenhallen winken die Grazien freundlich lächelnd uns zu, aber wir wagen nicht ihnen zu folgen, denn der Gott scheint mit seinem Gefolge so eben eingezogen!

Alle Theile eines griechischen Bauwerks verbinden sich im vollkommensten statischen Gleichgewicht, welches aber mehr aus einem richtigen Gefühle hervorgegangen als das Ergebnifs der Berechnung zu sein scheint, zu einem Ganzen, an welchem nichts fehlt und nichts überflüssig ist. Selbst das geringste Detail hat seinen bestimmten Zweck, der allemal auf dem kürzesten Wege erreicht ist. Alle Verhältnisse, ferner, sind mit so feinem und sichern Tacte ausgewählt, dafs die geringste Veränderung eine Verunstaltung sein würde. Die Eleganz der Ausführung endlich ist zum Sprichworte geworden.

Aber freilich: die Schönheit war bei den Griechen von mehr sinnlicher Art; die Lösung der Aufgabe, die *geistige* Schönheit als Ziel des Kunststrebens hinzustellen, war spätern Zeiten, in welchen reinere Religionsbegriffe herrschend wurden, vorbehalten.

Es darf wohl wegen der leichtern Zugänglichkeit der Abbildungen von den Resten der griechischen Baukunst und bei dem weit verbreiteten Studium der Antike eine genauere Bekanntschaft mit den Bauwerken und dem Geiste der Griechen vorausgesetzt werden. Dies entbindet uns von der mühseligen Beschreibung aller Einzelheiten und berechtigt uns, die Eigenschaften des Baustyls aus denen des Volkscharacters unmittelbar zu entwickeln.

§. 70.
Allgemeine Verhältnisse.

Die eigentlich griechische Kunst beginnt erst mit den Hellenen, nachdem mehrere gemeinsame Unternehmungen, wie die Argonauten-Fahrt, der Zug gegen Theben, vor allen aber der Trojanische Krieg, die einzelnen Stämme zu einem Volke vereint hatten. Das letztere langjährige Ereignifs, (1200 v. C.), welches die Griechen nicht allein unter sich vereinigte, sondern auch mit gebildeteren Völkern in Verbindung brachte, und welches durch den lange ersehnten Sieg den Geisteskräften eine heitere Spannung verlieh, konnte und mufste ein fröhliches Aufblühen des griechischen Lebens und der griechischen Kunst zur Folge haben, so dafs schon nach wenigen Jahrhunderten die epische Poesie in den unsterblichen Gesängen *Homer's* kräftiger blühete und nach 800 Jahren (unter Perikles) sämmtliche Künste den Gipfel erstiegen hatten, von dem sie dann gleich wieder herabzusinken anfingen.

„Die Bildung der Griechen" sagt der geistreiche *Schlegel* *) „war „vollendete Natur-Erziehung. Von schönem und edlem Stamme, mit em„pfänglichen Sinnen und einem heiteren Geiste begabt, unter einem mil„den Himmel, lebten und blüheten sie in vollkommener Gesundheit des „Daseins und leisteten durch die seltenste Begünstigung der Umstände „alles was der in den Schranken der Endlichkeit befangene Mensch leisten „kann. Ihre gesammte Kunst und Poesie ist der Ausdruck vom Bewufst„sein dieser Harmonie aller Kräfte. Sie haben die Poetik der Freude „ersonnen."

Wie aber kamen die Griechen zu einer so eigenthümlichen, der frühern entgegengesetzten Richtung in der Geistes-Cultur, und namentlich in der Baukunst, in welcher sie sich am deutlichsten ausspricht? Welche waren die Umstände, die sie so überaus begünstigten? Die oft angegebenen allgemeinen Gründe; politische Freiheit, (eigentlich mehr Wirkung als Ursach); das heitere Clima; die zahlreichen Meeresbuchten des kleinen gesegneten Ländchens, welche den Verkehr zu Schiffe erleichterten; seine vortheilhafte Lage zwischen Asien und Europa u. s. w. würden wohl hinreichen, den schnellen Wachsthum und die hohe Stufe der griechischen Kunst, nicht aber das Eigenthümliche in ihr zu erklären. Die Pelasger

---

*) *F. W. von Schlegel*, über dramatische Kunst und Litteratur Th. I. S. 18.

genossen alle diese Vortheile eben sowohl wie die Hellenen, und dennoch (worauf man bisher zu wenig Rücksicht nahm) weicht der Geist der griechischen, d. h. hellenischen Kunst, und besonders der Baukunst, von dem der pelasgischen eben so sehr wie von dem der Kunst aller andern alten Völker ab, obgleich der Zeit nach die eine Kunst auf und aus der andern folgte.

Die Hellenen sind nur wenig später als die Pelasger in Griechenland eingezogen. Während die Letztern bereits feste Wohnsitze und einen gewissen Grad von Cultur hatten, irrten die Hellenen noch als wilde Horden umher, bis sie (etwa von 1450 v. C. an) die Pelasger verdrängten und zum Auswandern nach Italien und den Inseln zwangen, mit den Zurückgebliebenen aber sich nach und nach vermischten. Wahrscheinlich würde sich hier dieselbe Erscheinung wiederholt haben, wie jedesmal in ähnlichen Fällen, dafs nämlich die rohen Sieger die Cultur der gebildetern Besiegten annahmen; denn es waren genug Pelasger zurückgeblieben, um die Lehrer der Hellenen zu werden: allein zwei Ursachen wirkten dem entgegen, die zwar äufserlich unwichtig scheinen mögen, die aber dennoch tief in das innere geistige Leben eingreifen mufsten und eingegriffen haben.

Erstens. Die Kunst der Pelasger ermangelte, nach Allem was wir von ihr wissen, eines fest-bestimmten Characters. Jener von Hoch-Asien aus, nord-westlich nach Bactrien herabgestiegene Völkerzug hatte sich in seiner weitern Verbreitung in Vorder-Asien in eine Menge kleiner Völkerschaften zersplittert, welche in gegenseitiger Befehdung, Reiche stürzend und gründend, die weiten Ländergebiete durchzogen und einem fortwährenden Wechsel unterworfen waren. Ein gleichmäfsiges Fortschreiten in der ursprünglichen Bahn, wie bei den Chinesen, Indern und Aegyptern, war unter diesen Umständen nicht möglich; in dem gewaltsam-lebendigen Völkerverkehr entwickelten sich stets neue Elemente des Volks- und des Kunst-Characters, welche sich vermischten, einander aufhoben und zuletzt die Auflösung herbeiführten. Mögen nun die Pelasger in Klein-Asien von jenen Völkern abstammen, oder (wie es wahrscheinlicher ist) später aus Hoch-Asien eingewandert sein, so ist doch in beiden Fällen der Mangel eines festen und ausgebildeten Kunst-Characters erklärlich. Im letztern Falle nämlich mufs man sie sich, je länger sie in dem kindlichen Urzustande verharrten, zwar um so unverdorbener, aber auch um so weniger in positiver Ausbildung fortgeschritten denken; sie durchzogen die Länder

und Völker, von denen wir oben redeten, und nahmen auf ihrem langen und gewiſs mühsam zurückgelegten Wege verschiedenartige Elemente zur spätern Ausbildung in sich auf. Auch noch, nachdem sie sich in Griechenland niedergelassen hatten, gesellten sich zu den vermuthlich noch sehr schwachen Keimen wieder andere und zwar überwiegende Einflüsse durch ägyptische und phönikische Colonien. (Kekrops, Danaus, Kadmus.)

Zweitens. Die Pelasger waren von Osten eingewandert; die Hellenen kamen von Norden. Sie stellen sich so, mag sich ihre Abstammung auch in tiefes Dunkel hüllen, und sollten sie auch selbst, wie Einige annehmen, pelasgischen Ursprungs sein, als ein in früherer Zeit, vielleicht weithin verirrter Völkerstamm dar, bei dem, in einem wechselvollen Wanderleben, auſser Verbindung mit den übrigen Stammgenossen, jede Spur der ursprünglichen Culturrichtung sich völlig verwischt hatte, und das um so vollständiger, wenn sie, wie es aus geographischen Gründen fast mit Gewiſsheit anzunehmen ist, zu jenen Misch-Völkern Vorder-Asiens gehörten.

Also sowohl auf dem neuen Schauplatze, als bei dem neu auftretenden Volke war das Alte vernichtet. Und das gerade war erforderlich, um das Aufblühen eines neuen Geistes zu erleichtern.

Das sorgenfreie Umherziehen in nicht zu üppigen und nicht zu armen, aber mit mannigfachen Naturschönheiten geschmückten Gegenden, das glückliche, weder erschlaffend heiſse, noch erstarrend kalte Clima derselben; das wahrscheinlich halb nomadisirende, halb ackerbauende*) Leben des Volks; ihre gesammten, überall die glückliche Mitte haltenden Lebensverhältnisse erhielten und erhöheten vielleicht noch den Hellenen ihre ursprüngliche weiſse Haut-Farbe und Körperschönheit, kräftigten und veredelten bei aller, in dem unsteten Leben unvermeidlichen Vermilderung, ihren Geist, machten sie körperlich und geistig gesund, stellten in ihnen das Gleichgewicht aller Seelenkräfte her und erweckten jene glühende Freiheitsliebe, welche sie zu den despotisch beherrschten und deshalb sclavisch gesinnten Völkern Asiens in einen völligen Gegensatz stellte. Auf diese Weise erklärt es sich, wie die Griechen eine so eigenthümliche Geistesrichtung, die sich dann später auch der Kunst mittheilte, und eine so ungemeine Characterfestigkeit im Festhalten derselben gewinnen konnten.

---

*) *Heeren's* Ideen, Th. 3.

Auch da, als sie Herren des schönen Landes wurden, gestaltete sich das Verhältnifs günstiger als sonst. Wo an der Spitze der erobernden Horde ein despotischer Herrscher stand, dessen Wille Gesetz war, und der sich allein das Verdienst von dem gelungenen Unternehmen zuschrieb, mufste in diesem der ehrgeizige Wunsch entstehen, seine Thaten auch durch riesenmäfsige Bauwerke, wie sie, früher ihnen unbekannt, das Staunen der rohen Sieger erregten, zu verherrlichen. Hierbei blieb, wenn das Werk rasch vollendet werden sollte, nichts übrig, als die vorgefundenen Muster im Lande nachzuahmen; auch wohl dessen Baumeistern die Ausführung zu übertragen. Die Griechen hatten freilich auch ihre Feldherren und Fürsten; aber diese ragten bekanntlich nicht so übermächtig hervor, um so ausschweifende Wünsche befriedigen zu können. Die baulichen Unternehmungen waren vom Anfang an Sache der Einzelnen; sie fingen klein und gering an, und der Volksgeist gewann nur einen allmäligen aber desto sicheren Einflufs auf sie; die Kunst erkeimte aus und mit dem innern geistigen Leben der Nation; sie hatte Zeit in den neu gewonnenen Boden feste Wurzeln zu schlagen, bevor sie zur Blüthe emporstrebte. In der That ist die eigentliche Blüthenzeit zwischen Knospe und Frucht ganz ungemein kurz im Vergleich zu der langsamen Entwickelung des Keims gewesen; wie es auch in der Natur der Sache liegt.

Zu der Zeit, als die Hellenen sich aus der Völkergemeinschaft absonderten, hatte das Menschengeschlecht sich wohl schon lange unter der Tyrannei des Despotismus, sein Geist unter dem noch schwerern Joche der Priesterherrschaft gebeugt und war entnervt worden. Wohl mochte schon damals das geistige und göttliche Princip in der Religion hinter die symbolische Form sich versteckt haben. Die Griechen retteten sich aus dieser dunklen Nacht, aber freilich auf Kosten des geistigen Princips; sie gingen, in der Wildnifs, einer zweiten Kindheit entgegen. Aus dieser erhoben sie sich später neu geboren und kräftig, aber der ursprüngliche, schwach dämmernde Funke war erloschen; ihn hatten sie nicht wiedergewinnen können. So blieben sie in den Schranken der Sinnlichkeit gefangen, und ihr jugendlich frisches Streben nach dem Edlen und Höhern konnte sie dennoch nicht über die Kindheit hinausführen. Dies konnte und durfte auch, aus einem höhern Gesichtspuncte betrachtet, nicht anders sein. Wie hätte der erste Lichtstrahl, der in die finstere Nacht das Aberglaubens fiel, einen überirdischen Glanz haben dürfen, wenn er nicht blen-

den sollte? Es konnte und durfte nur der gemilderte Glanz des irdischen Tages sein. Nachdem die älteste, ursprünglich aus der kindlichen, reinern Ahnung hervorgegangene Religion durch die Mysterien verfinstert und zuletzt überall in ein geistloses Formenwesen, zumal in den grob-sinnlichen Phallus- und den Thierdienst ausgeartet war, konnte die wahre Lehre der Gott-Einheit nicht sogleich Eingang finden. Erst mufste die poetisch-heitre, doch sinnliche Religionslehre der Griechen die Gemüther wieder für edle Vorstellungen empfänglich machen; auf die thiergestalteten Götter Aegyptens konnte die Idee des unsichtbaren Gottes nicht unmittelbar folgen; es war nöthig, dafs erst die Gottheit unter der zum Ideal veredelten menschlichen Gestalt auftrat, und endlich: zwischen dem Niederdrücken der ägyptischen Tempel und dem Emporstreben der christlichen Kirchen mufste erst das griechische Gleichgewicht vermittelnd eintreten.

Die Ueberzeugung, dafs die griechische Bildung in ihrer Gesammtstellung keine andere sein konnte, schliefst zugleich den Hauptbeweis in sich, dafs sie auch wirklich keine andere gewesen ist.

§. 71.
Entwicklung des Characters.

Die zweite Kindheit der Hellenen mufste der ursprünglichen des Menschengeschlechts ähnlich, aber auch wieder unähnlich sein. Ein glückliches Gleichgewicht aller Seelenkräfte, eine innige Befreundung mit der Natur, hohe Bildungsfähigkeit, und besonders eine rege Empfänglichkeit im Auffassen der Erscheinung der Dinge, im Empfinden und, später, bei dem Hervorbringen des Schönen: dies waren die Elemente des griechischen Characters, aus denen sich das Streben nach Schönheit als Basis nothwendig entwickeln mufste. Allein es fehlte den Hellenen die erste Mitgabe des göttlichen Vaters und Schöpfers, die Unschuld und die Gottahnung im Busen (im höchsten Sinne des Worts). Wohl war ihnen die Natur nicht leblos; wohl vernahmen sie ihre erhabenen Geisterstimmen: aber die Sprache des einigen wahren Gottes in ihr, die hörten sie nicht, die konnten sie nicht hören. So beseelten sie denn die Natur und Erde und Himmel mit den schönen Geburten ihrer Phantasie, und schufen den Polytheismus in seiner natürlichsten Vielgestaltigkeit. Die tiefere Bedeutung mancher griechischen Gottheiten ist gewifs erst später, als man mit fremden Religionssystemen, besonders mit dem ägyptischen bekannt wurde,

ihnen beigelegt worden. Auch blieb diese Bedeutung fortdauernd Mysterie; der Volksreligion waren dergleichen Vorstellungen fremd. So hielten denn die Hellenen, statt der unendlichen Vollkommenheit selbst, nur einen Theil von ihr, das Schöne, für das alleinige, oder doch vorherrschende Ziel des geistigen Strebens. Wird die Schönheit als Theil der unendlichen Vollkommenheit abgesondert betrachtet und aus der innigen Verbindung mit dem Wahren und Guten herausgerissen, so wird sie nothwendig sinnlich. Damit soll nicht gemeint sein, daſs die Schönheit der Griechen keinen Geist gehabt habe: Schönheit ohne Geist ist nicht denkbar; aber dieser Geist selbst war bei den Griechen zwar von edler, aber nicht von überirdischer, nicht von göttlicher Natur.

Daſs die Kunst der Griechen dem Sinnlich-Schönen huldigt und, so weit es möglich, nur Dieses darzustellen versucht hat: dieser Ausspruch kann, je härter er scheinen mag, und je mehr Widerspruch er finden wird, nicht oft genug wiederholt werden. Das Anschauen eines Parthenons, einer Venus, eines Apoll, und selbst eines Jupiter, das Lesen der Homerischen und Pindarischen Gesänge, der Sophokleischen Tragödien u. s. w. bezaubert und entzückt uns; wir fühlen die behagliche Ruhe, welche jene Kunstwerke hervorrief: aber unser Inneres wird nicht davon durchdrungen und ergriffen; kein Streben nach Vervollkommnung wird in uns geweckt. Setzt uns die Vergleichung eines griechischen Tempels mit einem altdeutschen Dome, der mediceischen Venus mit einer Raphaelschen Madonna, der Homerischen Hymnen mit den Psalmen Davids u. s. w. das richtige Verhältniſs nicht deutlich genug auseinander, so kann man sich die Richtigkeit unserer Behauptung dadurch überzeugend klar machen, daſs man sich bei den griechischen Meisterwerken einmal die vollendete *Ausführung* wegdenkt. Man wird dann finden, daſs sogleich alle Schönheit dahin ist. Wie anders ist das bei der höhern geistigen Schönheit! Diese leuchtet durch die stümperhafteste Ausführung siegend hindurch.

Ohne jenes Vorherrschen des Sinnlichen hätte nun auch die griechische Kunst schwerlich eine so hohe Vollendung erreicht. Es ist gewiſs, daſs die Griechen ihrem Ziele bei weitem näher gekommen sind, als irgend ein anderes früheres oder späteres Volk dem seinigen; und so lange man die Kunstleistungen der verschiedenen Völker nur aus dem localen Gesichtspuncte betrachtet, so lange man nur danach fragt, wie weit es eine Nation unter den sie beherrschenden Umständen gebracht habe, wäre

es unrecht, die griechische Superiorität leugnen zu wollen. Nur wenn man das Ziel selbst prüfend ins Auge faſst, kommt man darauf, zwar nicht das Verdienst der Griechen zu bestreiten (denn sie konnten und durften nichts anders wollen), wohl aber, klar zu erkennen, daſs die eingeschlagene Bahn nicht unmittelbar zum Ziele führen, sondern nur darauf vorbereiten konnte, und daſs sie zur rechten Zeit wieder verlassen werden muſste. Alles Sinnliche, also auch (in gewisser Beziehung) das Sinnlich-Schöne ist erreichbar. Die Griechen *haben* es erreicht, und so muſste denn, da kein Stillstand möglich war, der fernere Weg nothwendig vom Gipfel wieder abwärts führen.

Fragen wir nun, wie es sich mit den Elementen des Schönen verhalte, wenn es eine sehr sinnliche Natur annimmt. — Das *Unendliche* verschwindet fast ganz; die *Erhabenheit* wird von der *Grazie* zurückgedrängt, der *Ausdruck* wird, indem er sich auf die Darstellung des Erkennbaren beschränkt, deutlicher; und vor Allem leuchtet das eigenthümlichste Element des Schönen, die *Harmonie*, hervor. Ganz so, also in ihrer Art so vollkommen als möglich, stellt sich uns auch die griechische Kunst, und namentlich die Baukunst dar. Eben das Hervorleuchten der Harmonie und Grazie ist es, welches den Griechen eine so überschwengliche Anerkennung der fernsten Zeiten erworben hat; denn gerade diese Elemente des Schönen werden am leichtesten gefühlt und am ungernsten vermiſst.

In der Baukunst muſste mit dem bestimmten Hinweisen auf das Unendliche, das Emporstreben der frühesten Zeit, von dem wir bei allen Völkern vor den Griechen (wenn man will, sogar theilweise, wiewohl im Gegensatz zu dem Character des Ganzen bei den Aegyptern) Spuren antrafen, gänzlich sich verlieren. Das Erhabene wird nicht mehr durch das Colossale unterstützt und sinkt bis zur ernsten Würde hinab. Auch diese ist nur noch im dorischen Styl (dem eigentlich griechischen) festgehalten. Die Grazie dagegen ist allen griechischen Formen in einem hohen, jedem andern Volke unerreichbar gebliebenen Grade eigen; sie steigert sich im jonischen Styl fast bis zum Reiz der Bewegung; was freilich in der Architektur nicht sein durfte. Der Ausdruck ferner beschränkt sich, auſser auf die allgemeine Beziehung zum Character des Volkes und Landes, auf die statische Bedeutung der Formen, die am leichtesten sinnlich-faſslich ist. Die Griechen erkannten, oder vielmehr sie fühlten die Wichtigkeit

dieses Mittels zur Begründung der architektonischen Schönheit auf ihrem eigenthümlichen Felde so sehr, daſs sie Jahrhunderte hindurch, nachdem die Hauptformen festgestellt waren, sich mit lobenswerther Nüchternheit lediglich damit beschäftigten, für die geringsten Einzelnheiten mit der feinsten Schärfe die passendsten und ausdrucksvollsten Formen aufzusuchen. Ob ihnen die erste Idee dazu von den Aegyptern, die im Rohen Das begonnen hatten, was die Griechen weiter ausbildeten, herübergekommen sei, oder nicht, ist in sofern gleichgültig, als wir den Griechen zutrauen dürfen, daſs sie die richtige Bahn auch ohne jene unvollkommenen Wegweiser gefunden haben würden. Ihre ganze Baukunst ist gewissermaſsen darauf basirt. Die Harmonie endlich ist von der deutlichsten und einfachsten Art. Man überblickt gleichzeitig das Ganze und seine einzelnen gleichartigen Theile; man fühlt und erkennt den Gegenstand fast zu gleicher Zeit; die griechische Harmonie erregt uns und befriedigt uns in demselben Moment und bringt dadurch in dem Beschauer dieselbe Ruhe hervor, aus welcher sie selbst hervorgegangen ist. Aus allen diesen Character-Eigenschaften zusammen entwickelt sich, in Uebereinstimmung mit der plastischen Ruhe des National-Characters, das Grundprincip der griechischen Baukunst: *vollkommenes Gleichgewicht, nicht bloſs statisch, sondern auch im Verhältniſs der Form zur Masse.*

Das statische Gleichgewicht wird, auf die unmittelbarste Weise, durch die lothrechte Unterstützung einer wagerechten Last erreicht. Nicht bloſs das Ganze: auch jeder Stein ist in vollkommenem Gleichgewichte. Die Säulen (es ist hier vom dorischen Styl die Rede) sind stark genug, um selbstständig zu sein; die Last ist auf's genaueste abgewogen und weder zu schwer noch zu leicht. Dieses Gleichgewicht drückt sich zugleich auf das deutlichste selbst in den kleinsten Formen aus; nirgends zeigt sich der geringste Schein des Strebens, so daſs das statische Gleichgewicht der unmittelbare Ausdruck des geistigen Gleichgewichtes der Nation selber wurde.

Was nun noch die Elemente des Kunstschönen betrifft, so haben die Griechen im Ganzen auf Originalität den gröſsten Anspruch, im Einzelnen aber nur insofern, als die Details bei allen Gebäuden, so viel wir es beurtheilen können, verschieden sind; die Hauptformen sind sich sehr ähnlich. Objectivität des Styls ferner findet sich fast gar nicht; alle Gebäude, deren wir doch noch genug kennen gelernt haben, um zu einem allgemeinen Schluſs bevollmächtigt zu sein, zeigen immer denselben, scharf

ausgeprägten National-Baustyl. Die nach und nach entstandenen verschiedenen Tempelarten: in antis, prostylos, peripteros u. s. w. scheinen nie zu einer characteristischen Unterscheidung, oder doch nur zufällig dazu benutzt zu sein, (weil zu den Tempeln der Hauptgottheiten mehr Mittel vorhanden waren), und noch weniger zeigt sich der Versuch, den Character der Architektur dem Character des Gottes, welchem der Tempel gewidmet war, anzueignen. Die Wohnung der heitern Liebesgöttin unterscheidet sich nicht, oder doch nicht absichtlich, von der des gewaltigen Erderschütteres; mitunter sogar bleibt man im Zweifel, ob man einen Tempel oder ein anderes Gebäude vor sich hat; wie denn z. B. die Propyläen dieselbe Front haben, wie die Tempel.

Von beiden Mängeln liegt der gemeinsame Grund in dem überwiegenden Ausdruck des allgemeinen Characters und in jener Einfachheit, ohne welche, da sie aus der plastischen Ruhe hervorging, die Kunst schwerlich auf eine so hohe Stufe hätte gebracht werden können. Die beiden andern Elemente des Kunstschönen dagegen: die Leichtigkeit der Ausführung und die Sparsamkeit, sind erstere in Folge der Grazie, letztere in Folge des Volkscharacters im höchsten Grade erreicht. Die Sparsamkeit der Darstellungsmittel namentlich, ist bei den Kunstwerken der frühern und bessern Zeiten so grofs, dafs man schwerlich das geringste Detail finden dürfte, dessen ästhetische Nothwendigkeit sich nicht bestimmt fühlbar machte.

§. 72.
Epochen der griechischen Kunst.

Die auf uns gekommenen Monumente der griechischen Kunst stammen alle aus den Zeiten der Blüthe und des Verfalles her. Ueber die so höchst interessante, allmälige Ausbildung belehren sie uns nicht; wir sehen nur *was* die Griechen waren, nicht *wie* sie es wurden. Eben so wenig klären uns die Schriftsteller der Alten, welche wir noch besitzen, darüber auf. Beim *Homer* und *Herodot* treffen wir nur auf wenige einzelne Spuren: unter den spätern Schriftstellern liefert *Pausanias* eine sehr reichhaltige Beschreibung der Kunstwerke Griechenlands. Theils aber fand er selbst (100 Jahre n. Chr.) der älteren, grofsentheils von den Persern zerstörten Denkmäler nur noch wenige: theils liefert er uns einen blofsen Catalog, ohne alle Critik. Wichtiger würde für uns das Werk *Vitruvs* sein, welcher

ein förmliches Lehrsystem und die genauesten Regeln über Maafs und Bildung einzelner Theile aufstellt und der, als Baumeister, allerdings recht gründliche Aufschlüsse hätte geben können; leider aber war dem *Vitruv*, obgleich er sich auf die Werke der berühmtesten griechischen Baumeister bezieht, das Wesen der griechischen Baukunst, und der Kunst überhaupt, ziemlich fremd; und so wenig wir die Kunst der Römer unter Augustus besonders loben möchten, so müssen wir doch zu Ehren der römischen Kunst glauben, dafs *Vitruv* bei seinen Zeitgenossen in keinem sonderlichen Ruf stand; wie er denn auch wirklich von Andern nicht genannt wird. Dafs *Vitruv* mit seinen geschnörkelten Säulenordnungen durch Jahrhunderte hindurch ein so allgemeines Ansehn geniefsen konnte, ist eben nicht zu verwundern; die Zeiten waren so. Erst, nachdem man die griechischen Ruinen kennen gelernt, erkannte man, dafs die *Vitruvi*schen Beschreibungen, Maafse und Regeln durchaus nicht mit den Monumenten übereinstimmten und dafs überhaupt die griechische Baukunst etwas Anderes sei, als was *Vitruv* lehrt. Seitdem ist denn nun auch, wie billig, sein Ruf bedeutend gesunken, obwohl sein Gespenst hin und wieder, zum Nachtheil einer richtigeren Erkenntnifs, immer noch spukt. Aufser völlig unbrauchbaren Kunstregeln enthalten *Vitruvs* Schriften noch einige historische Notizen, die allerdings mit Fabeln verwebt sind, doch aber, mit Vorsicht, mögen benutzt werden können, da hier sein Mangel an Sachkenntnifs weniger nachtheilig war.

Nur zwei für die Kunstgeschichte wichtige und bestimmte, aber doch noch nicht zweifellose Nachrichten sind noch anzuführen: nemlich, dafs an dem, um 550 v. Chr. erbaueten Tempel der Diana zu Ephesus zuerst der jonische Styl angewendet wurde, und dafs das Korinthische Capitäl zuerst um 430 v. Chr. vorkommt. Allein diese Nachrichten aus spätern Zeiten können aus diesen und andern Gründen zu einer Perioden-Bestimmung nicht dienen.

So sehen wir uns denn also lediglich auf die allgemein-geschichtlichen Begebenheiten beschränkt, welche jedoch nicht allemal für die Kunst dieselbe Wichtigkeit haben, wie für die Politik; so, dafs bei der Wahl der einzelnen Abschnitte eine gewisse Willkür nicht umgangen werden kann. Die triftigsten innern Gründe möchten für folgende Eintheilung sprechen.

1. Vom ersten Einfall der Hellenen bis nach der Rückkehr vom Trojanichen Kriege (1500 — 1180).

2. Von da bis zur Schlacht bei Marathon (1180 — 490).
3. Dann bis zur Makedonischen Unterjochung (490 — 337).
4. Und endlich bis zur Römischen Unterjochung (337 — 146).

In der ersten Periode mochten sich die Hellenen noch mit der vorgefundenen Bauart der Pelasger behelfen. Die zweite, lange Periode ruft die ersten Keime der griechischen Kunst hervor und treibt sie beinahe bis zur Blüthe. Aus Mangel an Nachrichten vermögen wir die Unterabtheilungen auch nicht einmal mit Wahrscheinlichkeit anzugeben. Die dritte Periode umschliefst die Blüthenzeit, zugleich aber auch den beginnenden Verfall, wiewohl bei tieferer Forschung nur in leisen Spuren erkennbar. In der vierten Periode endlich wird der zunehmende Verfall auch äufserlich sichtbar und von äufsern Umständen begünstigt. Nach 146 lebte die griechische Kunst zwar noch fort, jedoch nur in Vermischung mit der Römischen, und es finden die weiteren Betrachtungen erst bei den Römern ihre Stelle.

Wohl liefse sich in jener langen Ausbildungsperiode noch durch die Entstehung des jonischen Styls ein Abschnitt begründen; allein derselbe war nur für die Colonieen in Klein-Asien von Wichtigkeit: im Mutterlande scheint der jonische Styl vor 490 gar nicht und selbst bis zur makedonischen Unterjochung nur selten angewendet worden zu sein. Die griechischen Colonieen, sowohl in Klein-Asien als auch in Sicilien und Grofs-Griechenland, haben streng genommen jede ihre eigene Kunstgeschichte; doch ist nur die erstere für die Gesammtheit von Wichtigkeit. Wir werden ihr, nach der Betrachtung des eigentlichen Griechenlandes, einen besonderen Paragraph widmen.

§. 73.
Erste Periode (1500 — 1180).

Es würde ganz unrichtig sein, wenn wir annehmen wollten, dafs die Hellenen nach Ueberwindung der Pelasger sogleich ihren eigenthümlichen Baustyl entwickelt hätten. Selbst bei weniger Rohheit würde solches kaum möglich gewesen sein. Sie fanden die eingerichteten Wohnsitze und Städte der vertriebenen Pelasger vor und setzten sich natürlich in deren Besitz, behalfen sich auch, wenn das Bedürfnifs sie zwang, neu zu bauen, wahrscheinlich noch geraume Zeit mit der pelasgischen Bauart, welche sie vielleicht schon hin und wieder unwillkürlich veränder-

ten, ohne jedoch zu einem eigenthümlichen Streben zu gelangen; es bedurfte dazu zuvörderst einer langjährigen Uebung im technischen, oder richtiger, im mechanischen Bauen.

Vielleicht (und falls die Benennung richtig ist, gewifs,) stammt das Schatzhaus des Atreus erst aus dieser Zeit, ohne dafs wir deshalb Ursach hätten, darum den Bau weniger pelasgisch zu finden und zu nennen. Selbst die Eigenthümlichkeiten des hellenischen Characters, wie wir sie oben entwickelten, mögen dazumal erst im Keime vorhanden gewesen sein und sich erst später fruchtbringend entwickelt haben.

Das Heldenthum, welches diesen Zeitraum ausfüllt, war noch zu roh, um eine feste Staaten-Einrichtung zu gestatten und um Gesittung zu verbreiten; wenn gleich auch jetzt schon in den Sagen die edlen Eigenschaften durchblicken, welche nachher sich geltend machen und weiter ausbilden sollten. Erst gegen das Ende des Zeitraums hören die rohen abentheuerlichen Kämpfe der Einzelnen auf und die Kräfte vereinigen sich zu gemeinschaftlichen Unternehmungen, wie es der Argonautenzug (1262), der Krieg gegen Theben (1230—1210), der Trojanische Krieg (1193 bis 1183) beweisen, in welchen sich die rohern Kräfte austobten, durch welche der Gemeinsinn und, in Folge des Zusammentreffens mit fremder Bildung, der eigene schlummernde Kunstsinn geweckt wurden.

Wir können von den Sagen, welche bei *Plinius, Diodor, Pausanias* und Andern über die Bauart vor dem Trojanischen Kriege vorkommen, hier keinen Gebrauch machen: theils weil sie an sich unverbürgt sind, theils weil wir nicht erfahren, was davon den Pelasgern und was den Hellenen angehört; endlich weil sie selbst nur einzelne allgemeine Angaben, aber durchaus keine Bestimmungen über die Formen der Bauwerke enthalten. Eben so dürfen wir die Nachrichten, welche in den Dichtungen *Homers* vorkommen, nicht auf die frühe Zeit beziehen, in welche er uns zurückführt; der Dichter mochte seine Beschreibungen den Bauwerken seiner Zeit entlehnen.

Gröfsere Wichtigkeit mögen wir den Erzählungen des *Pausanias* von einem Denkmale auf dem Markte zu Elis *(Paus. VI. 24)*, von geringer Höhe, mit offnen Wänden und einem Dache auf Säulen von Eichenholz, ferner von einer hölzernen Säule aus dem Hause des Oenomaus daselbst *(V. 20)* und *(V. 16)* von einer andern eichenen Säule an dem sonst steinernen Tempel der Juno (wie man glaubt, zum Andenken an einen

frühern ganz hölzernen Bau), endlich von einem ganz aus Eichenholz bestehenden alten Tempel des Neptun bei Mantinea, *(VIII. 10)* (welchen letztern er jedoch nur vom Hörensagen kennt, während er die ersten drei Bauwerke selbst gesehen hat) beilegen. Diese Nachrichten deuten, wie es scheint, mit Bestimmtheit darauf hin, dafs die ältern Bauwerke Griechenlands, und zwar auch die Säulen, aus Holz bestanden haben. Ob dies aber von den Bauwerken der Pelasger oder der Hellenen gelte, wissen wir nicht. Von den letztern ist es aus innern Gründen kaum wahrscheinlich; eher liefse es sich, trotz der hohen Ausbildung des Steinbaues in den Schatzhäusern, von den Bauwerken der Pelasger annehmen, bei welchen wir eine sehr vermischte Bauart voraussetzen dürfen. Freilich läfst sich nicht wohl annehmen, dafs hölzerne Gebäude und Säulen aus so früher Zeit, wenn auch die Gebäude erst dem jetzigen Zeitraum angehörten, sich bis zu Pausanias Zeit erhalten haben sollten: es konnten indefs, zur Erhaltung des Andenkens an die alte Sitte, jene einzelnen Säulen auch wohl schon öfter erneuert worden sein. Merkwürdig ist es, dafs jene einzelnen Beispiele nur zu Elis vorkommen; denn der hölzerne Tempel zu Mantinea verdient, als Sage, keinen sonderlichen Glauben. Mag der Zusammenhang aber auch sein, welcher er wolle: in keinem Fall sind wir berechtigt, in den hölzernen Säulen die Vorbilder der spätern steinernen zu sehen; selbst (was leicht möglich ist) wenn die Hellenen anfänglich hölzerne Hütten aufgeführt haben sollten. Wir erfahren von *Pausanias* nicht, welche Form die Säulen gehabt haben; und darauf grade kommt es an. Rohe Baumstämme, als Stützen des Zelt- oder Hüttendaches, waren sehr natürlich, konnten aber für den Steinbau kein Vorbild sein (§. 2. u. 4.).

§. 74.
Zweite Periode (1180—490).

Wenn nach der glücklichen Heimkehr von Troja die Griechen oder Hellenen anfingen, ihren Nationalcharacter bestimmter zu entwickeln, so konnte dies der Natur nach doch nur sehr langsam geschehen, und noch später mufsten die Folgen davon in der Cultur und Kunst bemerkbar werden; es waren vorerst nur einzelne Anfänge, die frühesten Versuche ihres Genius, bevor er seine Schwingen entfaltete. So lange die zurückgebliebenen Pelasger sich nicht ganz verloren hatten, und so lange die

verschiedenen Stämme der Hellenen neben einander und einander gegenüber abgesondert standen, mochte der zweifelhafte, schwankende Zustand fortdauern. Erst, nachdem die Aeolier und Achäer sich mit den beiden Hauptstämmen vermischt hatten, und mehr noch, nachdem durch den Einfall der Herakliden die Jonier zurückgedrängt und zuletzt zum Auswandern nach Klein-Asien gezwungen waren (1043) und die Dorer die alleinigen Besitzer Griechenlands wurden, die wenigen in Attica zurückgebliebenen Jonier aber mit der Ablegung des alten Namens sich auch dem dorischen Character genähert hatten, war die Einheit gewonnen, ohne welche nimmer eine eigenthümliche Richtung in der Kunst hätte erreicht werden können. Grade die Mischung des feurigen jonischen Charakters mit dem ernsten dorischen, in Athen, war für die Kunst ein besonders glückliches Ereignifs, welches zugleich erklärt, warum die Athenienser, auch selbst nachdem sie das politische Primat verloren hatten, doch in der Kunst allen Staaten bis in die spätesten Zeiten vorleuchteten. Ein anderes, hochwichtiges, ebenfalls aus dem reifenden Volksgeiste hervorgegangenes und dann für Leben und Kunst folgereiches Ereignifs war das Abschaffen des Königthums nach Kodrus heldenmüthiger Selbstaufopferung zur Rettung Athens (1170) und die Einführung der republikanischen Verfassung, nach und nach in ganz Griechenland. Die bürgerliche Freiheit, welche sich mit einer monarchischen Staatsform damaliger Zeit nicht vereinigen liefs, mufste da, wo es weniger die Hervorhebung und Unterstützung einzelner Talente, als vielmehr die Durchbildung des Volks zur Begründung eines neuen Styls galt, auf diese ungemein günstig wirken.

So konnte denn schon nach wenigen Jahrhunderten (970), unter den regsamern Joniern, das Epos in hoher Vollendung blühen. Was von den Gesängen der Iliade und Odyssee dem Homer, was Andern angehöre, und wie ihre Gestalt bei dem Sammeln und endlichen Niederschreiben, angeblich durch Pisistratus (560) veranlafst, verändert sein mag: gewifs ist es (denn wesentliche Veränderungen des im Munde des Volkes lebenden Gedichtes lassen sich keinesfalls erwarten), dafs die Sprache und die Dichtkunst in jener alten Zeit bereits eine hohe Stufe erreicht hatten; und die übrigen Künste, namentlich die Baukunst, welche der Dichtkunst in der Ausbildung bald nachzufolgen pflegt, kann zu Homers Zeiten nicht mehr auf der niedrigsten Stufe gestanden haben. Dies folgt nicht allein aus allgemeinen Gründen: es läfst sich auch durch einzelne, im Gedichte selbst vorkommende

Andeutungen nachweisen. Interessant ist z. B. unter andern die öfter vorkommende Bemerkung, daſs an die Säulen Speere gelehnt werden; es scheint, als ob die Säulen damals schon cannelirt gewesen sind; denn an einem glatt-runden Stamm konnten sich die Speere nicht halten. Und wenn *Heeren* behauptet, daſs Homer die Griechen erst zu dem künstlerichen Volke gemacht habe, welches sie geworden, so muſs diese Ansicht wohl darauf beschränkt werden, daſs er sie durch die Wirkung seiner kräftigen und charactervollen Dichtungen zu einem regern Streben begeisterte und diesem Streben eine bestimmtere Richtung gab. Erwecken konnte das einzelne Genie, selbst eines Homers, die heilige Flamme nicht, sondern nur heller anfachen; ja selbst der Funke in seinem eigenen Busen hätte vielleicht geschlummert, wenn nicht umgekehrt der Volksgeist ihn geweckt hätte. Beide, der Geist eines Dichters und der seiner Zeit und seines Volkes, erwecken, beleben und bestimmen einander gegenseitig.

Der ganze siebenhundertjährige Zeitraum des Aufblühens der Griechen ist zugleich der einzige, welcher bis zuletzt ohne bedeutende Kriege vorüber ging und dem Volke die erforderliche Ruhe zur fortdauernd steigenden Ausbildung gewährte. Wir sehen noch deutlicher als in der Kunst, die Folgen davon in der Ausbreitung des Handels und in der Entsendung zahlreicher, groſsentheils friedlicher Colonieen nach den Inseln und nach Klein-Asien, z. B. des dorischen Bundes 983 nach Groſs-Griechenland, Sicilien, Aegypten, und selbst nach Gallien. Ueberall, auſser in Aegypten, wo die Verhältnisse nur eine leisere Einwirkung gestatteten, sehen wir die griechische Baukunst sich ganz ähnlich wie im Mutterlande ausbilden. Wie wäre solches möglich gewesen, wenn sie nicht schon frühzeitig eine feste Richtung gewonnen hätte? Denn, wenn auch eine Verbindung zwischen dem Mutterstaat und selbst den entferntern Colonieen bleibend unterhalten werden mochte, so darf man sich dieselbe doch wohl nicht so ununterbrochen denken (besonders wo die gegenseitige Stellung, wie nicht selten, feindlich war), daſs sie den unausgesetzten, fremdartigen Einwirkungen das Gegengewicht hätte halten können, wenn sie nicht eine feste Basis im Innern des Volkscharacters fand.

Ob von den auf uns gekommenen Ruinen einige, wie die der Tempel zu Pästum (auf welche indeſs darum weniger Gewicht zu legen ist, weil die auswärtigen Colonieen wahrscheinlich immer um mehrere Schritte zurückgeblieben sind), ferner die Tempelruinen zu Corinth und einige andere

Fragmente mit Sicherheit noch zu der gegenwärtigen Periode gerechnet werden dürfen, mufs freilich dahingestellt bleiben; es ist indessen wahrscheinlich. Als gewifs aber können wir annehmen, dafs die Formen im Wesentlichen gegen das Ende der Periode bereits feststanden und dafs es höchstens nur noch auf Verfeinerung ankam.

Aus der geringen Verschiedenheit zwischen den Tempelresten zu Corinth und den übrigen, wenig jünger scheinenden Fragmenten des dorischen Styls im Verhältnifs zum Parthenon u. s. w., wobei es sich doch um einen Zeitraum von mindestens 50 Jahren handelt, läfst sich schliefsen, welche bedeutende Zeit zur Ausbildung bis dahin erforderlich gewesen, zumal die ersten Schritte immer die langsamsten sind. Der dorische Styl, von welchem hier nur allein die Rede ist, ist in allen Theilen so organisch durchgebildet, dafs fast nirgend eine rein zufällige Entstehung der Formen zugegeben werden kann. Gerade deswegen aber konnten die Fortschritte nur sehr allmälig erfolgen; und so wird auch von dieser Seite die Ansicht bestätigt, dafs die Ausbildung des dorischen Styls ziemlich die ganze Periode ausgefüllt haben mag.

Das Einzige, was uns in der Voraussetzung einer so frühzeitigen Ausbildung der Baukunst zweifelhaft machen könnte, wäre die späte Ausbildung der Bildhauerkunst, insofern allgemein angenommen wird, dafs diese letztere Kunst um jene Zeit noch wenig geleistet habe. Indefs haben wir schon früher darauf aufmerksam gemacht, dafs fast bei allen Völkern die Bildhauerkunst später als die Baukunst, gleichsam als Dienerin derselben sich ausbildete. Dies bestätigt sich auch dadurch, dafs die erstere dann erst am schönsten blühete, als ihre ernstere Schwester schon wieder zu sinken begann.

Bevor wir nun zu der dritten Periode übergehen, müssen wir über die Einwirkung der ägyptischen Kunst und über die Entstehung des jonischen Styls, welche beide dieser Periode angehören würden, einige Betrachtungen einschalten.

§. 75.
Ueber die Einwirkung der ägyptischen Architektur.

Den Einflufs der ägyptischen Kunst durch die Colonieen des Cecrops und Danaus auf die Pelasger, und dadurch mittelbar auf die Griechen, kön-

nen wir füglich unbeachtet lassen, insofern wir bereits nachzuweisen gesucht haben, dafs die Bildung der Hellenen sich im Wesentlichen unabhängig von der pelasgischen Weise entwickelt hat. Es bleibt hier nur die etwanige unmittelbare spätere Einwirkung seit Psammetich zu erörtern.

Um von der Architektur zuerst zu reden: was haben beide Völker gemein? den Steinbau; die Construction mit lothrechten Stützen und wagerechtem Gebälk; die statische Bedeutung der Formen, dort begonnen, hier vollendet; endlich die Form der peripterischen Tempel.

Dafs beide Völker mit Steinen baueten, kommt gewifs nicht in Betracht; der Steinbau war im Alterthume allgemein. Die einfache Construction mit Säulen und Gebälken brauchten die Griechen schwerlich aus Aegypten zu holen; es ist (auch wenn wir auf die einzelnen Säulen am Schatzhause des Atreus kein besonderes Gewicht legen wollen) mit Sicherheit anzunehmen, dafs die Pelasger bereits diese Bauweise hatten und, so wenig sie sich auch mit dem in den Schatzhäusern angewandten ältern Principe eigentlich vertrug, in Folge ihrer gemischten Bildung, besonders in späterer Zeit anwandten: sie war zu einfach und in südlichen Gegenden sogar wahres Bedürfnifs; auch finden wir sie bei allen alten Völkern ohne Ausnahme. Von den peripterischen Tempeln Aegyptens haben wir bereits dort nachgewiesen, dafs sie der Zeit der Ptolemäer und Römer angehören. Und selbst wenn die Tempel auf Elephantine und von Eleithyia so alt sein sollten, wie man es annimmt (was ich indefs widerlegt zu haben glaube), so kommen diese doch hier nicht in Betracht, einmal, weil sie Pfeiler statt der Säulen haben, und besonders, weil sie hoch hinauf in Ober-Aegypten liegen, wohin die Griechen Anfangs nicht gekommen sind. Auch war ja in Griechenland der Peripteros bei weitem nicht die früheste, sondern erst eine spätere Tempelform, und es ist daher nicht zu zweifeln, dafs wir umgekehrt in jenen ägyptischen Tempeln die Einwirkung der Griechen sehen. Ueberhaupt käme es gar nicht einmal auf solche Einzelnheiten so wesentlich an. Ob diese oder jene Construction von einem fremden Volke entlehnt sei, ist im Grunde ziemlich gleichgültig, wenn sich nur in der Form und besonders im ganzen Principe ein eigenthümlicher Geist ausspricht; und dies ist bei den Griechen in solchem Grade der Fall, dafs, hätten sie auch ihre sämmtlichen Constructionen Andern abgelernt, dennoch der Ausspruch, dafs sie das, was sie waren, durch sich selbst wurden, kaum weniger wahr sein würde. So möchte

denn von den obigen Parallelen nur die Hinweisung auf das bei beiden Völkern wahrgenommene Bestreben, (Absicht kann man es nicht nennen), den Formen statische Bedeutung zu geben, eine ernstere Berücksichtigung verdienen, wenn sich hierbei nicht sogleich herausstellte, daſs dieses Bestreben, wenn es nicht deutlicher als bei den Aegyptern sich zeigte, eine nothwendige Folge der langen Uebung im eigentlichen Bauen (über der Erde) war und bei den entferntesten Völkern, bei denen, nicht wie im Anfange, der Höhlenbau die Formen festgestellt hatte, selbst abgesehn von dem Volksgeiste, eintreten muſste. Und nun: wie verschieden gestaltet sich das Bestreben bei beiden Völkern? Bei den Aegyptern war es Nebensache; mehr zufällig entstanden. Bei den Griechen dagegen, weil es hier vom Volksgeiste unterstützt wurde, war es eine der Hauptsachen und in dem Grade organisch durch- und ausgebildet, daſs man leicht sieht, wie die Griechen, auch ohne das schwächere Vorbild der Aegypter, diesen Weg eingeschlagen haben würden. Auſserdem haben wir bestimmte Data gegen die Annahme der ägyptischen Abstammung. Erst unter Psammetich nemlich, 670 v. Chr., fanden die Griechen Eingang in Aegypten. Lieſse sich denn wohl im Ernste annehmen, daſs ihre so ausgebildete Baukunst in dem kurzen Zeitraume von etwa anderthalb Jahrhunderten (denn sogleich war doch die Uebertragung auch nicht möglich) ihre Entstehung und fast ihre Vollendung gefunden haben könnte? Gewiſs am allerwenigsten, wenn der Baum aus fremden Boden verpflanzt und dessen Wachsthum durch Aufpfropfung heimathlicher Edelreiser aufgehalten worden wäre. Beweisen doch die oben angeführten Stellen im Homer, daſs schon zu seiner, viel frühern Zeit, so manche Einzelnheiten der griechischen Baukunst vorhanden waren. Die Erinnerung an Homer, aus dem uns der griechische Geist in seiner vollen Eigenthümlichkeit anspricht, führt uns auf einen allgemeinen Standpunct, und beweiset, wie es auch wirklich à priori aus der Verschiedenheit des Characters folgte, daſs der Geist und die Religion der Griechen vor der Bekanntschaft mit Aegypten sich festgestellt hatten. Die Geheimlehren der Aegypter sind allerdings zu den Griechen hinübergedrungen, aber sie wurden nur von den Weisen oder überhaupt von den Gebildeteren aufgefaſst und in den Mysterien bewahrt; in die Volksreligion sind sie nicht übergegangen. Daſs die Griechen von den Wundern Aegyptens nicht tiefer ergriffen wurden, beweiset eben die feste Begründung und Bestimmtheit des griechischen Characters zu jener Zeit.

So mögen wir denn auch für die Bildhauerkunst, obwohl diese damals allerdings noch auf einer niedrigen Stufe stand, die Ableitung aus Aegypten bezweifeln, mindestens die Annahme sehr beschränken dürfen. Es wäre gar nicht zu erklären, wie sich aus dem versenkten, flachen Relief an den Gebäuden der Aegypter, das Hautrelief, oder eigentlich die vollrunde Arbeit der Sculpturen des Theseustempels, des Parthenons u. s. w. hätte entwickeln können. Bewahrte doch auch die Griechen ihr richtiger Tact vor der Nachahmung jener ägyptischen Ueberhäufung mit Bildwerken.

(Fortsetzung folgt.)

10.

Einige technische Nachrichten von der Eisenbahn zwischen Berlin und Potsdam.

(Vom Herausgeber.)

Beim vierten Hefte 12ten Bandes des gegenwärtigen Journals theilte der Herausgeber vorläufig die Carte und den Längsdurchschnitt der in den Jahren 1837 und 1838 erbauten Eisenbahn zwischen Berlin und Potsdam mit, und versprach, Nachrichten von dem Entwurfe und der Ausführung dieser Eisenbahn in den nächsten Heften des Journals nachzuliefern.

Selbst recht ausführliche und vollständige Nachrichten von diesem Bauwerke würden vielleicht nicht bloſs die Baumeister, sondern auch Jeden, der an Eisenbahnen Theil nimmt, interessirt haben: denn die Eisenbahn zwischen Berlin und Potsdam ist die *erste,* zur öffentlichen Heerstraſse bestimmte Eisenbahn im Preuſsischen Staate, und selbst eine der ersten in Deutschland, ja sogar auf dem Continent; denn in ganz Europa, auſser England, sind nur die Bahn zwischen der Mulde und Donau und die ziemlich miſslungene Eisenbahn zwischen Lyon und St. Etienne um mehrere Jahre und die Bahn bei Nürnberg und der Anfang der Bahnen bei Brüssel sind um etwas Weniges älter; auch würde der Herausgeber dieses Journals dergleichen Nachrichten zu geben im Stande gewesen sein, da er die Potsdamer Bahn technisch entworfen und sie gröſstentheils technisch ausgeführt hat. Er hatte in der That die Absicht, *sehr ausführliche* Nachrichten über dieses Bauwerk in dem gegenwärtigen Journale zu liefern: allein es war ihm solches bisher *unmöglich;* und jetzt, nach mehr als zwei Jahren, vermag er nur noch allgemeine Notizen mitzutheilen. Um die Hindernisse seiner Absicht etwas näher zu erklären und Entschuldigung zu finden, daſs er sein Versprechen nicht erfüllte, ist folgende kurze Erzählung von dem Hergange dieser Angelegenheit, und zwar so weit sie insbesondere den Herausgeber betrifft, nothwendig.

Im Anfange des Jahres 1835 wurde derselbe von dem Herrn Justiz-Commissarius *Robert* hieselbst, welcher den Plan zu einer Eisenbahn zwischen Berlin und Potsdam gefaſst, und von dem Herrn Rechnungsrath *Doussin,* welcher sich dem Herrn etc. *Robert,* um den Plan in's Leben zu bringen, angeschlossen gehabt hatte, aufgefordert, die technischen Arbeiten bei dieser beabsichtigten Eisenbahn zu übernehmen; denn die genannten beiden Herren wuſsten, daſs sich der Herausgeber mit Eisenbahnen wissenschaftlich und speciell bekannt gemacht hatte. Jener Plan einer Eisenbahn zwischen Berlin und Potsdam war nur ein Theil eines gröſsern Planes, Berlin mit Leipzig, Magdeburg und Hamburg durch Eisenbahnen zu verbinden, mit welchem der Herr etc. *Robert* sich schon früher beschäftigt und den er schon im Jahre 1834 den hohen Behörden vorgelegt hatte, der aber wegen der damaligen, zu groſsen Schwierigkeiten liegen geblieben war.

Die Aufforderung der beiden Herren traf den Herausgeber in einem ungemein zerrütteten Gesundheits-Zustande; denn schon im Jahre 1829 war er, nach 30jähriger Dienstzeit im Baufache, in welcher er durch Ueberarbeitung im Dienste und daneben in seiner eigentlichen Wissenschaft, der Mathematik, seine Gesundheit zugesetzt hatte, damals insbesondere Augenschwäche wegen, nicht mehr im Stande gewesen, den practischen Baudienst fortzuführen, und schon damals war ihm durch die Gewogenheit der höchsten Behörden auf seine Bitte ein anderer Wirkungskreis angewiesen worden, um darin seine noch übrigen Kräfte seiner eigentlichen Wissenschaft widmen zu können. Er lehnte also die Aufforderung der beiden Herren ab und man bemühte sich gemeinschaftlich, einen andern Techniker zu finden, der die nöthigen Arbeiten übernehme. Obgleich es allerdings wohl nicht ganz leicht gewesen sein möchte, Jemand zu finden, der mit der nöthigen näheren und specielleren Kenntniſs des *damals* hier noch ganz neuen und, auſser bei den Baumeistern und den Wenigen, welche Eisenbahnen in fremden Ländern gesehen haben mochten, im gröſseren Publicum durchaus noch ganz unbekannten Eisenbahnwesens, zugleich den nicht geringen Grad von Eifer, der nöthig war, um einem ausgedehnten Geschäfte bloſs auf das Ungewisse des Gelingens hin sich zu unterziehen, so wie den Muth, die Ausführung eines hier im Lande noch nie versuchten, so bedeutenden Werkes zu übernehmen, vereinigte: so ist gleichwohl nicht zu zweifeln, daſs dergleichen Baumeister wohl

anzutreffen gewesen sein möchten. Indessen gelang es, so weit man sich zu verwenden wufste, nicht, und die beiden Herren kamen mit ihrer Aufforderung wieder auf den Schreiber Dieses zurück.

Im Eifer für die gute Sache, und erfüllt von dem Wunsche, auch hier seinem Vaterlande zu nützen, entschlofs er sich nun, ungeachtet seiner übeln Gesundheits-Verfassung, der Aufforderung nachzukommen, hoffend auch wohl, dafs diese Beschäftigung vielleicht seine Kräfte wieder stärken würde. Er übernahm also was von ihm verlangt wurde und ist auf diese Weise, neben den genannten beiden Herren, zum *Mit-Urheber* dieses ersten Anfanges der hiesigen Eisenbahnen geworden.

Die Drei, denen sich noch der Baumeister Herr *Loof* der Aeltere für die Messungen und Nivellements beigesellte, schritten nun, und zwar auf ihre eigene Gefahr und Kosten, zum Werke, und ein vorläufiger technischer Plan wurde ausgearbeitet. Im Mai 1835 wurde derselbe durch den Herrn etc. *Robert* Allerhöchsten Orts vorgelegt, mit der Bitte um dessen Genehmigung, Bewilligung des Expropriationsrechtes und Ermächtigung zur Bildung eines Actien-Vereins. Inzwischen wurde zugleich mit der Verfertigung eines vollständigen Bau-Planes fortgefahren; auch versuchte man, vorläufig, für den Fall der Genehmigung, künftige Actionnaire zu ermitteln, wozu sich auch sofort die beste Aussicht zeigte, und zog zugleich einige der Theilnehmer zu den Berathungen über den Entwurf zu.

Sobald die späteren, in dem Gesetze vom 3. November 1838 ausgesprochenen Staats-Grundsätze für Eisenbahnen bei den hohen Behörden näher waren festgestellt worden, erfolgte am 24. Januar 1836, die Allerhöchste Königliche Genehmigung der Eisenbahn zwischen Berlin und Potsdam nach dem oben gedachten vorläufigen Bau-Plan und auf den Grund desselben, mit Bewilligung des Expropriationsrechts für diese Bahn, und der Herr etc. *Robert* wurde von den hohen Behörden aufgefordert, die Betheiligten namhaft zu machen, für welche die Zusicherung auszufertigen sei.

Die Actien-Gesellschaft wurde hierauf schnell gebildet; sie trat am 2ten Februar 1836 auf den Grund des schon vorbereiteten Entwurfs zu den Statuten zusammen; ihre Direction wurde von ihr erwählt und der Zusammentritt der Gesellschaft wurde einberichtet.

In Folge der vielen nothwendigen Verhandlungen, besonders auch wegen der Erwerbung des Terrains, welche die Direction möglichst auf gütlichem Wege, *ohne* Anwendung des Expropriationsrechtes durchzuführen

suchte, was auch gelang, konnte aber, nachdem die sonstigen Vorbereitungen wegen der Anschaffung der nöthigen Bau-Bedürfnisse gemacht waren, erst im August des folgenden Jahres 1837 mit dem Bahndamme angefangen werden, um welche Zeit etwa auch die Genehmigung des Statuts erfolgte.

Ende September 1838 war der Bau der Eisenbahn fertig, und ist also in etwa 14 Monaten vollführet worden. Zuerst wurde die Bahn für die Strecke zwischen Potsdam und Zehlendorf, etwa auf die Hälfte der Länge, und darauf, nach einigen Tagen, in ihrer ganzen Ausdehnung eröffnet und ist seitdem ununterbrochen befahren worden.

Was nun den Schreiber Dieses betrifft, so fand sich, nachdem der Bau wirklich begonnen hatte, bald, dafs seine körperlichen Kräfte durchaus nicht mehr dem, volle Kraft und Gesundheit erfordernden Geschäfte der technischen Leitung dieses weitläufigen Bauwerks gewachsen waren, und das um so weniger, da er demselben nicht einmal seine ganze Zeit, sondern nur diejenige, die ihm *neben* seinen Dienst-Arbeiten, *neben* der Redaction zweier Journale und *neben* seinen wissenschaftlichen Arbeiten übrig blieb, also *neben* Arbeiten, die allein schon fast seine Kräfte überstiegen, widmen konnte. Die Folge davon war eine solche Zunahme der Zerrüttung seiner Körperkräfte, dafs es ihm schon im April 1838 nicht mehr möglich war, den *ganzen* Bau technisch zu beaufsichtigen. Sein Zustand zwang ihn, von da an die Beaufsichtigung der Damm-Arbeiten, und bald darauf, vom 1sten Juli 1838 an, auch das *ganze* Geschäft aufzugeben. Bei seinem Abgange waren die Brücken bis auf einige kleinere vollendet; der Damm war zum Theil ausgeführt, die Gebäude gröfstentheils; die Schienen waren zum Theil gelegt und die ersten Dampf- und Bahnwagen waren gröfstentheils angeschafft. Die *gänzliche* Vollendung *aller* dieser Gegenstände erfolgte aber erst nach seinem Abgange.

Während des Geschäfts nun war es dem Verfasser gänzlich unmöglich gewesen, die für das gegenwärtige Journal bestimmten Nachrichten von dem Bauwerke zusammenzustellen, oder auch nur vollständige Notizen dazu aufzusetzen. Er hoffte, solches bald nach der Vollendung des Bauwerks thun zu können; aber da er nicht bis zur Vollendung mitzuwirken im Stande gewesen war, so war seine nähere Bekanntschaft mit den Einzelheiten unterbrochen und unvollständig geworden. Wäre dies aber auch nicht so gewesen, und hätte er auch bis zur Vollendung des Werks bei

demselben ausharren können, so hätte er dennoch schwerlich was er wünschte liefern können; denn wegen seiner großen körperlichen Schwäche war ihm eine geraume Zeit nöthig, um sich einigermaßen erst wieder aufzurichten und mit seinen eigenen wissenschaftlichen Arbeiten, die nothwendig hatten zurückgesetzt werden müssen, wieder in's Gleiche zu kommen. So war es über zwei Jahre lang, bis jetzt. Nun, nach dieser langen Zeit, ist aber das gezwungenerweise Versäumte nicht wohl mehr nachzuholen möglich.

Bei dem besten Willen muß sich also der Herausgeber begnügen, nur Notizen, ausschließlich über die technischen *Principien,* nach welchen bei dem Entwurf und der Ausführung von ihm verfahren worden ist, mitzutheilen, da ihm diese allein noch gegenwärtig sind. Er muß zwar auch für diese wenigen Mittheilungen noch auf Nachsicht rechnen, da er sie größtentheils nur aus dem *Gedächtniß* zu schöpfen hat, welches trügen kann; indessen werden etwaige Abweichungen doch nur auf nicht eben wesentliche Dinge sich beziehen. Die Notizen werden indessen gleichwohl immer noch vielleicht nicht ganz ohne Nutzen sein, da sich die *Principien,* welche man befolgte, fast überall, wie der Erfolg es gezeigt hat, bewährt haben. Er glaubt daher, daß die gegenwärtige Mittheilung doch vielleicht nicht ganz ohne Interesse sein werde.

I.

Wahl der Linie der Eisenbahn. Die Eisenbahn mußte jedenfalls die Spitze des Terrains zwischen der Spree und der Havel oder die Wasserscheide zwischen diesen beiden Flüssen überschreiten; denn Berlin liegt bekanntlich an der Spree, und also im Thale der Spree; Potsdam an der Havel, also im Thale der Havel, in welche sich die Spree bei Spandau, etwa 1½ Meile unterhalb Berlin und 2½ Meile oberhalb Potsdam, ergießt. Entfernt von der Havel ist das Terrain sehr eben: näher nach der Havel zu dagegen bedeutend hügelig. Dieses zeigt sich auch in der Linie der *Chaussée,* welche die Städte Berlin und Potsdam verbindet. Die erste Hälfte dieser Chaussée, von Berlin bis zum Dorfe Zehlendorf, von der Havel 1 bis 1½ Meile entfernt, passirt nur wenige und nur unbedeutende Terrain-Erhöhungen: auf der zweiten Hälfte, von Zehlendorf bis Potsdam, die der Havel schon näher ist, sind dagegen die Unebenheiten des Terrains ganz beträchtlich. In der dem 4ten Hefte 12ten Bandes dieses Journals

beigegebenen Zeichnung, wo im Grundrisse Fig. 1. die stark gezogene Linie die Eisenbahn, und die doppelte Linie, mit Bäumen bezeichnet, die Chaussée zeigt, stellt im Längsdurchschnitte Fig. 2. wiederum die stark gezogene Linie die Oberfläche der Eisenbahn, die schwach gezogene Linie das Terrain, welches die Eisenbahn durchschneidet, und die punctirte Linie die Oberfläche der *Chaussée* vor. Man sieht, dafs sich die Chaussée zwischen Berlin und Zehlendorf nur höchstens 50 Fufs über den Ausgangs-Punct erhebt, dagegen zwischen Zehlendorf und Potsdam beinahe 200 F. Man konnte daher mit der Eisenbahn von Berlin bis *Zehlendorf* sehr wohl der Chaussée folgen, keinesweges aber von Zehlendorf bis *Potsdam.* In der *ganz geraden* Linie, die man im Grundrifs Fig. 1. punctirt sieht, konnte die Eisenbahn gar nicht gebaut werden, weil sich hier nicht allein beträchtliche Hügel, sondern auch beträchtliche Seen finden. *Zehlendorf* war also gleichsam ein fester Punct, und man durfte sich schon bei Zehlendorf nicht der Havel nähern; noch weniger aber zwischen Zehlendorf und Potsdam.

Für die erste Hälfte der Eisenbahn, zwischen Berlin und Zehlendorf, kam eine gerade Linie, *nördlich* von der Chaussée, deshalb in Betracht, weil sie kürzer gewesen wäre. Allein es fanden sich gegen dieselbe mehrere entscheidende Gründe. Denn bei dem Dorfe Schöneberg hätte diese Linie ein tiefes Bruch und weiterhin Hügel angetroffen; bei Zehlendorf hätte man die Chaussée schneiden müssen, und bei Berlin hätte der Bahnhof, wegen der dicht bebauten Vorstadt, auf keine Weise dicht am Thore der Stadt, sondern erst am Schafgraben, ein Paar hundert Ruthen vom Thore entfernt, gebaut werden können. Es war daher unzweifelhaft, dafs die Eisenbahn *südlich* von der Chaussée gebaut werden mufste. Hier gab man ihr also ihre Stelle, *ohne* die Chaussée zu *schneiden,* nahe an derselben, jedoch, besonders da, wo sie von der Chaussée aus sichtbar ist, so weit davon entfernt, dafs das Geräusch und der Anblick der Eisenbahnfahrten die Pferde auf der Chaussée nicht scheu machen kann. Die Eisenbahnlinie traf hier zwar allerdings, wie der Längsdurchschnitt es zeigt, einige für eine Eisenbahn nicht unbedeutende Hügel, nemlich bei dem Dorfe Schöneberg, zwischen den Dörfern Schöneberg und Steglitz, und zwischen Steglitz und Zehlendorf, von welchen besonders der erste beträchtlich ist; allein gerade dieser erste Hügel war unvermeidlich, weil er den Rand des Spreethals bildet. Noch weiter südlich, und von der Chaussée entfernter, wären

zwar etwas weniger tiefe Einschnitte nöthig gewesen; aber sie mufsten auch *länger* sein; die Eisenbahnlinie selbst wäre länger und krummer geworden und man hätte müssen den Militair-Exercier-Platz bei Schöneberg durchschneiden; was nicht anging. Man zog daher die Nähe der Chaussée vor. Zu dem Anfangspuncte der Eisenbahn und dem Bahnhofe fand sich dicht am Potsdamer Thore von Berlin Gelegenheit, und da hier die Gärten auf mehr als 100 Ruthen lang zufällig beinahe genau in der Richtung der Eisenbahn lagen und sich von den Häusern und der Chaussée entfernten, so konnte man hier mit der Eisenbahn auch die Vorstadt ohne Schwierigkeit passiren.

In der zweiten Hälfte ihrer Länge, von Zehlendorf bis Potsdam, konnte die Eisenbahn, wie schon bemerkt, nur *südlich* von der Chaussée liegen und mufste von derselben, oder, was dasselbe ist, von der Havel, *so weit als möglich* entfernt werden. Dazu ergab sich ein sehr günstiges Terrain in der der geraden Linie viel mehr als die Chaussée nahe kommenden Richtung der alten unchaussirten Landstrafse nach Potsdam, des sogenannten Königsweges, den man auf der Carte Fig. 1. angezeigt findet; und weiter über Kohlhasenbrück und Novawefs. Diese Linie entfernt sich von selbst von der Chaussée und ist kürzer als die Chaussée; auch findet sich in derselben kaum irgend ein Hügel von einiger Bedeutung. In Folge dieser Umstände verhält es sich denn jetzt mit der Eisenbahn gerade umgekehrt, wie mit der Chaussée. Während auf dieser das Terrain in der *zweiten* Hälfte der Länge, von Zehlendorf bis Potsdam, ungemein hügelig, fast bergig ist, während in der *ersten* Hälfte von Berlin bis Zehlendorf die Unebenheiten des Terrains unbedeutend sind, ist an der Eisenbahn das Terrain in der *zweiten* Hälfte *noch* viel ebener als in der ersten.

Der Uebergang über den Wasserlauf bei Kohlhasenbrück, der mit ziemlich grofsen, mit Torf beladenen Kähnen befahren wird, war unvermeidlich; und die Richtung *durch* die Colonie Novawefs, deren über 200 F. breite, mit mehreren Reihen der schönsten Bäume besetzte Hauptstrafse gerade in der Richtung der Eisenbahn lag, war unzweifelhaft. Aber der Rest der Eisenbahnlinie, von Novawefs bis Potsdam, war desto mehr der Wahl unterworfen; denn das Terrain ist dort in allen Richtungen gleich eben, und es hat viele Erwägungen erfordert, um das Beste zu ermitteln. Um nicht die Wassermühlen bei Potsdam und den dieselben treibenden Nuthe-Flufs, der zwischen Neuendorf und der Teltower Vorstadt hindurch

in die Havel fliefst und auf welchem viel Holz geflöfst wird, zu passiren, hatte man zuerst die Absicht, sich mit dem Eingange in Potsdam mehr dem Eingange der Chaussée zu nähern, den Nuthefluſs links lassend, nach der Havel zu gehen, über dieselbe eine Brücke zu bauen und dort die Stadt in der *Burgstrafse* zu erreichen. Allein es fand sich, dafs die Schwierigkeiten hier allzu beträchtlich waren. Die Kosten einer 500 Fufs langen neuen Brücke, über die Havel, wenn auch nur von Holz; die Kosten eines neuen Stadtthores und der Bewachung desselben; die Schwierigkeiten der Gründung des Bahnhofes daselbst und die des Ueberganges über das sumpfige Flufsthal bis zur Brücke, waren beträchtlich; auch war der Eingang in die Stadt dort nicht der passendste. Man gab also diese Richtung auf und entschied sich für diejenige nach der Teltower Vorstadt. Hier war wieder die Frage, ob man die Eisenbahn *in* die Vorstadt hinein und in derselben bis zu der vorhandenen eisernen, sogenannten Langen-Brücke führen, oder ob man nur bis *an* die Vorstadt und von da, hinter den Häusern derselben entlang, zwischen diesen und der Havel, bis zu der Brücke gehen sollte. In der ersten Richtung war der Nuthe-Flufs oberhalb, in der andern unterhalb der Mühlen zu passiren. Die Kosten der Brücken oberhalb der Mühlen wären vielleicht etwas geringer gewesen; allein die Lage der Eisenbahn und des Bahnhofes war *in* der Vorstadt allzu beengt. Daher entschied man sich endlich für die zweite Richtung und baute den Bahnhof dicht an der Langen-Brücke, wo nun die Eisenbahn das sumpfige Flufsthal nur auf eine ganz kurze Strecke zu passiren hat und übrigens frei und auf festem Boden liegt. So gelangt man nun auf der Eisenbahn nach Potsdam hinein durch das nemliche Thor, an der Langen-Brücke, durch welches die Passage von Berlin her auf der Chaussée die Stadt Potsdam bei der Durchfahrt wieder *verläfst;* allein dieses Thor ist Berlin fast eben so nahe als das Eingangsthor für die Chaussée, und die Eisenbahn passirt keine Vorstadt.

Die Eisenbahn ist grade 7000 Ruthen oder $3\frac{1}{2}$ Preufs. Meilen lang; die Chaussée ist vom Potsdamer Thore der Stadt Berlin bis zum Berliner Thore von Potsdam ungefähr eben so lang. Die ganz gerade Linie vom Potsdamer Thore von Berlin bis zum Endpuncte der Eisenbahn bei Potsdam ist etwa 6600 Ruthen lang. Beide, die Eisenbahn und die Chaussée, sind also um etwa 400 Ruthen oder um den $16\frac{1}{2}$ten Theil länger als die *ganz gerade* Linie; welcher Umweg wegen der Beschaffenheit des Ter-

rains und wegen der örtlichen Umstände, wie oben auseinandergesetzt, unvermeidlich ist.

2.

Gefälle und Krümmungen der Eisenbahn.

Da starke Gefälle und Krümmungen von kleinen Halbmessern auf Eisenbahnen so sehr die Zugkraft hemmen und also eine grofse Verstärkung derselben erfordern, so ist man bemüht gewesen, die Eisenbahn hier so wenig als möglich steigen und fallen zu lassen, die Krümmungen möglichst zu vermeiden und die Halbmesser der Krümmungen möglichst grofs zu machen. In allen Krümmen ist die Bahn *ganz horizontal* gelegt worden. In der That ist es wohl eine der ersten Regeln bei Eisenbahnen, insofern es irgend ohne unverhältnifsmäfsige Erhöhung der Kosten durch die Dämme und Einschnitte angeht, überall da, wo es noch möglich ist ohne Rampen und stehende Maschinen, oder auch ohne bewegliche Hülfsmaschinen durchzukommen, die Gefälle nicht zu stark zu machen, und die Bahn so selten als möglich und nicht zu kurz zu krümmen; denn die Ausgabe für die Terrain-Arbeiten wird für alle Zeiten *nur einmal* gemacht, die mehrere Zugkraft dagegen erfordert verlorene Ausgaben *für immer* und stellt die Zinsen eines Capitals vor, welches nie amortisirt werden *kann.* Man kann aus den Berechnungen in früheren, in diesem Journale befindlichen Aufsätzen über Eisenbahnen sehen, wie sehr die Zugkraft mit dem Gefälle zunehmen mufs. Zum Beispiel die kleine Tabelle 13ter Band 2tes Heft, S. 134 in dem Aufsatze „Ueber Eisenbahnen in bergigen Gegenden" zeigt, dafs, während zur Fortschaffung von 1000 Ctr. Last auf horizontaler Eisenbahn nur 3,57 Ctr. Zugkraft nöthig sind, zur Fortschaffung eben dieser Last, bergauf, bei einem Gefälle von 1 auf 300, schon 6,90 Ctr., also fast das Doppelte an Zugkraft, bei einem Gefälle von 1 auf 200 schon 8,57 Ctr., oder etwa $2\frac{1}{2}$ mal so viel, und bei einem Gefälle von 1 auf 100 schon 13,57 Ctr. oder beinahe 4mal so viel Zugkraft nöthig ist, als auf horizontaler Bahn. Der Nachtheil der Gefälle in *Krümmen*, wo die Räder der Wagen durch die Schwungkraft gegen die äufseren Schienen geprefst werden und sich an dieselben reiben, ist noch viel beträchtlicher. Durch zu starke Gefälle geht in der That ein grofser Theil der Vorzüge der Eisenbahnen vor anderen Strafsen wieder *verloren;* und da die Eisenbahnen unvermeidlich viel mehr kosten als andere Strafsen, so ist das Endresultat leicht Verlust statt Gewinn.

Die Potsdamer Bahn mufste, wie die Carte zeigt, und wie aus der obigen Beschreibung der Linie hervorgeht, 5 Krümmen bekommen. Diese Krümmen sind zusammen 717 Ruthen lang, und in allen Krümmen liegt die Eisenbahn *horizontal.* Die Halbmesser von vier dieser Krümmen sind 500 Ruthen lang, und nur eine der fünf Krümmen hat blofs 300 Ruthen Halbmesser; welches letztere aber immer noch ansehnlich genug ist. Der Anfangspunct der Eisenbahn bei Berlin liegt 7 Fufs höher, als der Endpunct bei Potsdam, und etwa 19 Fufs hoch über dem Nullpunct des Pegels der Havel bei Potsdam. An drei, ungefähr gleich hohen Stellen, zwischen Schöneberg, Steglitz, Zehlendorf und Kohlhasenbrück, erhebt sich die Bahn etwa 45 Fufs hoch über ihren niedrigsten Punct und auf der ganzen Linie wechselt Steigen mit Fallen nur 3mal. Das *stärkste* Gefälle ist 1 auf 300. Ueberhaupt sind die Gefälle, von Berlin aus nach Potsdam gerechnet, folgende:

In gerader Linie.		Krümmung.	Steigen.		Fallen.		Gefälle.
Ruthen.		Ruthen.	F.	Z.	F.	Z.	
75	– –		–	–	–	–	horizontal.
125	– –		5	–	–	–	1 auf 300.
229	– –		6	$10\frac{1}{2}$	–	–	1 auf 400.
——	429						
– –	– –	95	–	–	–	–	horizontal.
876	– –		26	$1\frac{1}{2}$	–	–	1 auf 403.
455	– –		–	–	5	$4\frac{1}{2}$	1 auf 1020.
——	1331						
– –	– –	215	–	–	–	–	horizontal.
280	– –		4	$4\frac{1}{2}$	–	–	1 auf 768.
370	– –		1	6	–	–	1 auf 2960.
420	– –		–	–	11	11	1 auf 424.
——	1070						
– –	– –	50	–	–	–	–	horizontal.
330	– –		–	–	6	5	1 auf 615.
80	– –		–	–	–	10	1 auf 1152.
540	– –		11	–	–	–	1 auf 589.
360	– –		7	6	–	–	1 auf 576.
600	– –		–	–	10	$9\frac{1}{2}$	1 auf 668.
400	– –		–	–	9	3	1 auf 516.
——	2310						
Bis hierher	5140 R.	360	62	$4\frac{1}{2}$	44	7	

	In gerader Linie. Ruthen.		Krümmung. Ruthen.	Steigen. F.	Steigen. Z.	Fallen. F.	Fallen. Z.	Gefälle.
Bis hierher	5140		360	62	$4\frac{1}{2}$	44	7	
	- -		234	-	-	-	-	horizontal.
	506		- -	-	-	13	$7\frac{1}{2}$	1 auf 435.
	334		- -	-	-	9	2	1 auf 438.
		840						
	- -		123	-	-	-	-	horizontal.
	93		- -	-	-	-	-	horizontal.
	120		- -	-	-	2	-	1 auf 720.
	90		- -	-	-	-	-	horizontal.
		303						
		6283	717	62	$4\frac{1}{2}$	69	$4\frac{1}{2}$	
Krümmen		717						
Zusammen		7000						

Die 6 geraden Linien, aus welchen die Eisenbahn besteht, sind also 429, 1331, 1070, 2310, 840 und 303 Ruthen, zusammen 6283 Ruthen lang und die 5 Krümmen sind 95, 215, 50, 234 und 123, zusammen 717 Ruthen lang.

Im Ganzen liegen:

975 Ruthen Eisenbahn ganz horizontal,
370 - - - - beinahe ganz horizontal,
535 - - - - haben weniger als 1 auf 1000 Gefälle,
2630 - - - - haben weniger als 1 auf 500 Gefälle,
2136 - - - - haben weniger als 1 auf 400 Gefälle,
und nur 229 - - - - haben 1 auf 400 und
125 - - - - 1 auf 300 Gefälle.

Thut 7000 Ruthen Länge.

Das gesammte Steigen beträgt von Berlin nach Potsdam 62 Fuſs $4\frac{1}{2}$ Zoll und das gesammte Fallen 69 Fuſs $4\frac{1}{2}$ Zoll.

Die *stärksten* Gefälle befinden sich freilich gerade an den ungünstigsten Stellen, nemlich nahe an den beiden Anfangspuncten der Bahn; allein dies liegt hier in der Natur der Sache und war *unvermeidlich,* da die beiden Städte Berlin und Potsdam an *Flüssen* liegen und man also von den Fluſsthälern aus, die nicht entfernten Ränder derselben nothwendig ersteigen muſs, ehe die Fahrt auf dem dazwischen liegenden Lande beginnen kann. Gerne hätte man, besonders bei Berlin, das Gefälle von

1 auf 300 auf die kurze Strecke von 125 Ruthen noch vermindert, allein der schon so beträchtliche Einschnitt bei Schöneberg hätte dann *noch* tiefer werden, oder man hätte den Bahnhof und den Damm durch das Spreethal, bis zum Rande des Thals, erhöhen müssen, welches, Eins und das Andere, *sehr* grofse Kosten verursacht haben würde. Die Erfahrung beim Gebrauche der Eisenbahn hat indessen auch hier gezeigt, dafs die Gefälle an den Endpuncten, auf kurze Strecken, der Bahn *dann* keinen bemerklichen Nachtheil bringen, wenn ihnen, wie hier, erst *horizontale* Stellen voraus gehen, auf welchen die Wagen erst in Zug kommen können. Man wird in andern Fällen ganz zufrieden sein dürfen, wenn man mit 1 auf 300 Gefälle unter ähnlichen Bedingungen ausreicht. Vorzüglich nützlich zeigen sich, fühlbar, die langen geraden Linien mit sehr schwachen Gefällen, die Horizontalität der Krümmen, und ihre grofsen Halbmesser. Die $3\frac{1}{2}$ Meilen Bahn sind hier schon in *weniger* als einer *halben Stunde* durchfahren worden, also mit *durchschnittlich* 7 Meilen Geschwindigkeit in der Stunde, und die *gewöhnliche* Dauer der Fahrt ist im Durchschnitt drei viertel Stunden, also die *gewöhnliche* Geschwindigkeit *im Durchschnitt* $4\frac{2}{3}$ Meilen auf die Stunde. Von einer einzelnen Dampfmaschine werden bis zu 20 mit Personen besetzte Wagen, also 500 bis 600 Personen auf einmal fortgeschafft, wenn auch mit etwas geringerer Geschwindigkeit, und von *zwei* Maschinen habe ich, (die Eisenbahn ist von meiner Wohnung aus sichtbar) wenn ich nicht irre, schon bis zu 40 besetzte Wagen, also auf einmal wohl 1000 Personen fortziehen sehen; so dafs also die Gefälle dieser Eisenbahn sich als ganz angemessen bewährt haben.

3.

Bahndamm und Beschaffenheit des Terrains, auf welchem er liegt.

Der Damm zu der Bahn ist in der Krone 24 Fufs breit gemacht worden, damit zwei Schienenpaare neben einander darauf gelegt werden können. Die Böschungen, sowohl der Aufschüttungen, als der Einschnitte, je nachdem das Terrain lose oder fest war, sollten 1, $1\frac{1}{2}$ bis 2füfsig gemacht werden. Als Regel war angenommen, dafs, da die Eisenbahn ziemlich die Richtung von Osten nach Westen hat, die Böschungen der *Einschnitte* an der Seite nach Mittag etwas flacher sein sollten, als an der Seite nach Mitternacht zu, und die Böschungen der *Aufschüttungen,* umgekehrt, an der Seite nach Mitternacht etwas flacher, als an der Seite

nach Mittag, damit die Einschnitte und die mitternächtlichen Böschungen der Aufschüttungen von der Sonne besser beschienen werden könnten; doch ist diese Regel der Kosten-Ersparung wegen nicht überall zur Ausführung gekommen, sondern die Böschungen sind zum Theil nur so flach gemacht worden, als es gerade unumgänglich nöthig war. Mit Rasen ist, ebenfalls der Ersparung wegen, nur ein kleiner Theil der Böschungen belegt worden; aber es haben sich dieselben, auch unbelegt, ganz gut erhalten. Oben an den Rändern der tiefen Einschnitte sind, einige Fuſs davon entfernt, kleine Wälle geschüttet worden, um das Wasser *seitwärts* abzuleiten, und zu verhindern, daſs es in die Einschnitte hineinflieſse. Gräben sind überall da gemacht worden, wo der Fluſs des Wassers am Damme entlang nicht vermieden werden konnte; denn sonst ist es bekanntlich immer besser, das Wasser vom Damme *seitwärts* abflieſsen zu lassen, als es am Fuſse desselben *entlang* zu leiten. In den *Einschnitten* befinden sich daher überall Gräben; doch nur so tief und weit, als es unumgänglich nöthig war. *Um Erde zu gewinnen* sind die Gräben nicht tiefer gemacht worden. Die Erde zu den Aufschüttungen ist fast ganz aus den Einschnitten genommen, und nur wenig aus dem Lande neben dem Damme. Umgekehrt ist nur wenig Erde aus den Einschnitten seitwärts weggeschafft, sondern sie ist meistentheils zu den Aufschüttungen verbraucht worden. Die gröſste Tiefe der Einschnitte, nemlich desjenigen bei Schöneberg, ist etwa 33 Fuſs; doch nur auf eine ganz kurze Strecke. Sonst sind die Einschnitte 20, 15, 10 Fuſs und darunter tief. Die gröſste Höhe der Aufschüttungen, nemlich derjenigen bei Kohlhasenbrück, beträgt etwa 31 Fuſs; ebenfalls nur auf eine ganz kurze Strecke. Die anderen Aufschüttungen sind 15, 10, 5 Fuſs hoch, und darunter. Die gesammte Länge der Einschnitte beträgt, nach der Zeichnung Fig. 1. ausgemessen, etwa 2350 Ruthen oder etwa ein Drittheil der ganzen Länge. Die übrigen 4650 Ruthen Bahn, oder zwei Drittheile der ganzen Länge, liegen entweder *höher* als das Terrain, oder mit demselben *gleich* hoch. Der ganze Damm, ohne die Bahnhöfe, fasset, nach der Berechnung, die ich von demselben, so wie er ausgeführt ist, angestellt habe, etwa 90 000 Schachtruthen Aufschüttung und 94 000 Schachtruthen Abtrag.

Der Boden, auf welchem der Damm sich befindet, ist von sehr verschiedener Art. In den Fluſsthälern, bei Potsdam, Kohlhasenbrück und Steglitz, und an einigen anderen Stellen, findet sich Wiesenboden; doch

mehr torf- als humushaltig. Unter der torfigen Erde liegt Sand, in sehr verschiedener Tiefe. Bei Novawefs und Kohlhasenbrück besteht der Boden aus beweglichem Sande. Im Walde, und an anderen Stellen, ist der Sand fester. Zwischen Zehlendorf und Schöneberg ist leichter Ackerboden; bei Berlin besserer Ackerboden, und in den Einschnitten, besonders in dem Einschnitt bei Schöneberg, und auch sonst an einigen Stellen, fand sich fester Lehm.

4.
Die Eisenbahn selbst.

Bis jetzt ist *nur ein Schienenpaar* gelegt worden, mit der damals in England gewöhnlichen Spurweite von 4 Fufs $9\frac{3}{4}$ Zoll Englisch oder 4 Fufs $8\frac{1}{4}$ Zoll Preufsisch. Diese *eine* Bahn ist bis jetzt hier hinlänglich gewesen, und nur erst wenn die Frequenz *noch* mehr wird zugenommen haben, werden *zwei* Bahnen nöthig sein, für welche die Breite der Dammkrone, wie oben bemerkt, eingerichtet ist. Denn da hier die Fahrt nur $\frac{3}{4}$ Stunden Zeit gebraucht, und es völlig hinreichend ist, wenn alle zwei Stunden ein Wagenzug abgeht, so können sich die Wagenzüge nie *begegnen.* Indessen sind Ausweichestellen bei Steglitz und Zehlendorf gemacht worden, für die Fälle, wenn die Züge etwa augenblicklich stehen bleiben, oder aus der Bahn gebracht werden müssen: wie bei Steglitz, wohin von Berlin aus besondere Fahrten, *zwischen* denen nach Potsdam, gemacht werden. Die durchgehende eine Bahn hat man, damit sie, wenn dereinst die zweite Bahn hinzukommen wird, nicht zu *verlegen* nöthig sei, an die eine *Seite* des Dammes gelegt, und zwar an die Seite nach Mitternacht, weil an dieser Seite die Gebäude zum Empfange der Passagiere auf den beiden Bahnhöfen an den Endpuncten stehen mufsten. Blofs bei Kohlhasenbrück liegt die Bahn, der Brücke wegen, (wovon weiter unten), auf eine kurze Strecke, in der *Mitte* des Dammes. Auf den Bahnhöfen sind zum Manöver der Wagen *mehrere* Bahnen gelegt.

Die Schienen sind gewalzte eiserne Stangen von der in England gewöhnlichen Form eines T. Die Stangen sind 15 Fufs lang und einige wenige, für die Bahnhöfe, 12 Fufs lang. Der laufende Fufs Schienen wiegt $13\frac{3}{4}$ Pfund, so dafs also die beiden Schienen auf die laufende Ruthe Bahn gerade 3 Centner wiegen. Die Köpfe der Schienen stehen 1 bis $1\frac{1}{2}$ Linien von einander ab, damit das Eisen Raum behält, sich in der Hitze auszudehnen.

Die Schienen ruhen auf 9 Fuſs langen Quer-Unterlagen von Kiehnenholz. Dieselben sind aus runden, der Länge nach aufgeschnittenen Stämmen gewonnen, und die geschnittene, 11, 12, 13, 15 bis 18 Zoll breite Seite ist nach unten gelegt. In der Regel liegt alle 3 Fuſs eine solche Quer-Unterlage; und zwar liegen jedesmal unter den Stöſsen der Schienen eine Unterlage und auſserdem unter jeder 15 Fuſs langen Schiene ihrer *vier*. Wenn aber die Hölzer weniger als 12 Zoll breit waren, so hat man, auſser der Unterlage unter den Stöſsen, noch *fünf* unter eine Schiene von 15 Fuſs lang gelegt. Die Stöſse der Schienen treffen immer auf *ein und dieselbe* Quer-Unterlage. Unter die Stöſse hat man die stärksten und breitesten Hölzer gelegt. Auch ist darauf gesehen worden, daſs die breitesten Enden der Hölzer nach der Mitternachts-Seite der Bahn gelegt wurden, weil ihnen da der Rand der Dammkrone am nächsten war. Anfangs glaubte man, die Querhölzer nicht auf die bloſse Erde, sondern auf einen Steinschlag legen zu müssen; auch wohl noch einen Steinschlag *zwischen* die Hölzer. Aber beides ist unterblieben, und es hat sich gezeigt, daſs die Lage der Hölzer völlig fest und sicher war, wenn man sie auf geebneten und festgestampften *Sand,* oder auf *sandige Erde* legte und zwischen die Hölzer Erde stampfte.

Auf die Quer-Unterlagen sind die Schienen vermittelst Schienenstühle von gegossenem Eisen befestigt worden. Die Schienenstühle sind unter den *Stöſsen* um einen Zoll breiter, als die übrigen. Ein schmaler Schienenstuhl wiegt im Durchschnitt 13 Pfund, ein breiter Schienenstuhl $14\frac{1}{8}$ Pfund.

Die Schienenstühle sind in die obere Seite der Quer-Unterlagen so weit eingelassen, daſs sie auf eine ebene Holzfläche zu stehen kommen, und sind dann an die Hölzer, jeder vermittelst zwei geschmiedeter eiserner Bolzen befestigt, deren im Durchschnitt 76 einen Centner wiegen.

In die Schienenstühle sind die Schienen vermittelst geschmiedeter eiserner Keile, deren im Durchschnitt 240 einen Centner wiegen, festgekeilt.

Die Figuren 1., 2. und 3. auf Tafel I. bei dem gegenwärtigen Hefte zeigen die Schienenstühle und den Querschnitt der Schienen, die Figuren 4. bis 8. die Bolzen und die Figuren 9. bis 11. die Keile, sämmtlich in der Hälfte der wirklichen Gröſse gezeichnet, und zwar so, wie sie bei der Ausbietung der Lieferung dieser Gegenstände bestimmt waren; auch ist die Ausführung wenig davon abgewichen.

Die Schienen hat man, statt, wie früher in England und Frankreich üblich, auf einzelne Steine, *deshalb,* wie oben bemerkt, auf hölzerne Quer-Unterlagen gelegt, weil die Steine zu kostbar gewesen wären und weil dieselben das Auseinanderweichen oder Zusammenrücken der Schienen nicht so kräftig verhindern, als die querdurchgehenden Hölzer. Die Fundamentirung der Schienen auf Querhölzer dürfte auch, wenn man nicht etwa, nach den Andeutungen des in dem 11ten Bande dieses Journals unter No. 5., 10., 12. und 16. enthaltenem Aufsatzes, eine unvergänglichere Fundamentirung ausführen will, wohl immer die beste und festeste sein. Die Befestigung der Schienenstühle durch Bolzen dürfte fester und sicherer sein, als die durch Nägel, welche, zumal wenn das Holz anfängt zu verfaulen, nur wenig sicher und haltbar sein können.

Zu den *Uebergängen* der Fuhrwerke auf den Strafsen und Landwegen, die die Eisenbahn kreuzen, sind mit Eisen beschlagene starke Hölzer innerhalb neben die Schienen und in gleiche Höhe mit denselben gelegt, und zwischen diesen Hölzern, so wie aufserhalb der Schienen, ist die Strafse mit Steinen gepflastert. Neben der Eisenbahn sind an den Uebergängen hölzerne, weg- und vorzuschiebende Barrièren gemacht. Aufserdem haben sich wenige Barrièren neben der Eisenbahn als nothwendig ergeben.

Die Vorrichtungen zu den *Ausweichungen* sind von gegossenem Eisen und auf die gewöhnliche Weise gemacht.

Die *Drehstühle* sind von gegossenem Eisen, nach einem in England verfertigten Muster gemacht und auf Mauerwerk fundamentirt worden.

5.
Brücken.

Es waren zu der Eisenbahn 6 Brücken von einiger Bedeutung nöthig, nemlich:

Eine Brücke über den Schafgraben bei Berlin, 57 Fufs lang;

Eine Brücke über das Gewässer bei Kohlhasenbrück, 24 Fufs im Lichten weit;

Drei Brücken über die drei Arme des Nuthe-Flusses bei Potsdam, 78, 225 und 85 F. lang;

Eine Brücke *über* die Eisenbahn hinweg, bei Schöneberg, zu einer dortigen, sie kreuzenden Strafse, 30 Fufs im Lichten weit.

Die übrigen, nicht sehr zahlreichen Brücken sind nur klein. Jedoch ist nach meinem Abgange noch bei Steglitz eine Brücke gebaut worden, um eine Strafse *unter* die Eisenbahn hindurch zu führen.

Die oben genannten 5 Brücken *unter* der Eisenbahn sind sämmtlich in der Bahn 24 F. breit und die sechste Brücke, *über* die Eisenbahn, ist 20 F. zwischen den Geländern breit. Die kleineren Brücken haben verschiedene Breite und Länge, je nach der Stärke der Wasserläufe und der Tiefe, in welcher sie unter der Krone des Dammes liegen.

Die gröfseren Brücken, auf welchen unmittelbar gefahren wird, mufsten stärker als sonst gewöhnlich gebaut werden, weil das Gewicht der Dampf- und beladenen Bahnwagen *sehr* grofs ist und mit sonst nirgend vorkommender Geschwindigkeit sich bewegt. Es mag daher hier eine kurze Beschreibung dieser Brücken folgen.

Die Brücke über den Schafgraben hat 3 Oeffnungen, jede von 15 F. weit, zwei Mittelpfeiler und Stirnmauern von Ziegeln. Das Mauerwerk steht auf einem Pfahlrost, dessen Pfähle, wegen des in grofser Tiefe sehr weichen Bodens, an 30 bis 36 F. lang sein mufsten. Auf die Pfähle sind, nach der Breite der Brücke, Holme gezapft und über diese liegen Zangen nach der Länge der Brücke, die auf die ganze Länge durchreichen. Der Boden dazwischen ist mit Steinen ausgestampft, und ober- und unterhalb sind noch vertiefte Steinmauern gemacht. Die Decke der Brücke wird von 10 Balken getragen, von 12 Zoll breit und 15 Zoll hoch. Auf diese Balken sind alle 3 Fufs starke Querhölzer gekämmt, die für die Brücke die Stelle der Quer-Unterlagen der Eisenbahn auf dem Damme vertreten, und auf welche also unmittelbar die Schienenstühle festgeschraubt sind. *Zwischen* diesen Hölzern sind die Balken auf die gewöhnliche Weise bebohlt.

Die Brücke bei Kohlhasenbrück ist ganz aus Steinen und Ziegeln und auf einem Pfahlrost erbaut. Die Figuren 1. bis 5. Tafel 2. und 3. stellen diese Brücke vor. Die lichte Weite der Brücke ist 24 Fufs. Das Gewölbe ist 2 Fufs 7 Zoll (3 Ziegel) dick und ein Halbkreis. Der Bau dieser Brücke war wegen des ungemein unfesten Bodens ziemlich schwierig. Die Rostpfähle mufsten bis zu 36 Fufs lang sein. In Fig. 1. ist die Länge jedes Pfahls in Fufsen bemerkt. Die Pfähle sind alle bis zur gehörigen Standfestigkeit eingerammt worden. Gleichwohl ist die Länge derselben ungemein ungleich; woraus ebenfalls die Schwierigkeit des Bodens erhellet.

Die Oberfläche des Rostes liegt 1 Fuſs 7½ Zoll unter dem niedrigsten Wasserstande, mit dem Nullpunct des Havel-Pegels an der langen Brücke bei Potsdam gleich hoch, und 35½ Fuſs tief unter der Dammkrone, so daſs also die Spitzen der längsten Pfähle bis 70 Fuſs tief unter die Eisenbahn reichen. Bei dieser Brücke befindet sich die höchste Dammschüttung, von 31 Fuſs hoch. Zu dem Roste sind, wie aus den Figuren zu sehen, zuerst Holme *a, a* ... nach der Breite der Brücke auf die Pfähle gezapft und über diese gehen Zangen *b, b* ... unter die Mauern und auf die ganze Länge der Brücke hindurch; was immer zur Vermehrung der Festigkeit, besonders einer gewölbten Brücke, wo es irgend ausführbar ist, sehr nützlich sein wird, da die Zangen, die oben in dem weichen Boden stehenden Rostpfähle verhindern, nach auſsen auszuweichen. Gegen die Ausspülung ist der Rost durch Spundwände geschützt worden, die sich, wie aus Fig. 2. zu sehen, *von innen* gegen die Holme der innern Rostpfähle lehnen, weil so die Holme derselben und die Anker, die nöthig sind, um sie an dem Rost festzuhalten, wenn sie statt von innen *von auſsen* den Rost bekleiden, erspart werden. Ober- und unterhalb sind vor den äuſsersten Zangen Steinwände *r, r* ... Fig. 2. und 5. versenkt, und zwischen den Zangen, desgleichen zwischen den Rostholmen, ist ein Steinschlag *t, t* ... Fig. 2., 3., 4. und 5. gemacht worden. Der Rost ist zwischen den Zangen mit Bohlen belegt, so daſs er oben eine ganz gerade Fläche bildet. Die Baustelle der neuen Brücke ist *neben* dem alten Graben ausgegraben worden, muſste aber doch zum Theil mit Dämmen umgeben werden, die von innen mit Pfählen eingefaſst wurden. Das Ausschöpfen des Wassers durch Pumpen war zuweilen recht beschwerlich. Der Rost wurde meistens im Winter gemacht. Der Wasserlauf ist nachher nach der neuen Brücke hin verlegt.

Die Mauern der Brücke bestehen auf die ersten 6 F. hoch aus Steinen. Alles Uebrige, nebst den Gewölben, ist von festen Ziegeln gemauert. Von auſsen sind die Mauern nicht mit Kalkmörtel überzogen, sondern nur die Fugen voll gestrichen. In den Widerlagen und Flügeln sind die Schichten der Ziegel nur an den innern Seiten der Brücke mit der Richtung der Mauern parallel und senkrecht darauf gelegt, übrigens aber schräg, unter einem halben rechten Winkel gegen diese Richtung; was den Verband und die Festigkeit der Mauern sehr verstärkt. Das Gewölbe ist auf die gewöhnliche Weise und sehr sorgfältig gemacht. Die Flügelmauern sind nach der Erde hin *überhängend* gemauert, wie es Fig. 5.

zeigt, wodurch ihre Wirkung als Futtermauern gegen den Druck der Erde sehr verstärkt ist. Um die Nässe abzuhalten hat man das Gewölbe, nachdem es mit Mauerwerk *m, m* ... (Fig. 3. No. 4.) schräg bedeckt war, so wie die Mauern, von aufsen, mit einer 1 Fufs dicken Schicht gestampften Lehms *l, l* ... Fig. 2., 3. und 4. bekleidet. Die Stirnmauern unter den Geländern sind, da sie noch einem Erddrucke von 6 bis 16 Fufs hoch zu widerstehen haben, durch drei starke eiserne Stangen *e, e, e* Fig. 3. und 4. verankert worden, welche, damit sie sich in der Mitte nicht senken, von drei eisernen Stützen *g, g, g* getragen werden. Anfangs hatte man auch die Flügelmauern durch eiserne Stangen *n, n* Fig. 3. verankert, die, weil sie sehr lang waren, durch die Stangen *h* und *k* in ihrer Lage gehalten wurden: allein bei dem Aufschütten des Dammes wurde diese Verankerung der Flügel beschädigt und ist wieder weggenommen worden. Da die Brücke sogleich, wie sie vollendet war, ihre Dienste thun sollte, so hat man, für den Anfang, die Eisenbahn über die Brücke nicht wie auf dem übrigen Damme an die Seite, sondern, wie oben bemerkt, in die *Mitte* der Dammkrone gelegt und sie durch flache Bogen von der Seite nach die Mitte hingelenkt.

Die drei Brücken über die drei Arme des Nuthe-Flusses bei Potsdam sind ganz von Holz gebaut worden, da die Gründung von Mauerwerk hier gar zu *kostbar* gewesen sein und zu viel *Zeit* erfordert haben würde. Die erste der drei Brücken, von Berlin her, 78 Fufs lang, befindet sich ganz dicht bei der Frei- und Flöfs-Arche, oberhalb derselben; die zweite, 225 Fufs lang, nahe unterhalb der Mühlen, und die dritte, 85 Fufs lang, unterhalb der Walkmühle, ziemlich entfernt von derselben. Die Figuren 1., 2., 3., 4. Tafel 4. stellen die *dritte* Brücke vor. Ganz auf dieselbe Weise sind die beiden andern gebaut. Die beträchtlich *schräge* Stellung der Joche mufsten die Brücken deshalb bekommen, weil die Richtung der Eisenbahn die Wasserläufe schräge durchschneidet und die Joche genau so stehen mufsten, wie die Wände der Mahl- und Frei-Archen.

Jede der drei Brücken besteht eigentlich aus *zwei* Brücken, dicht neben einander, die nur durch den Belag und jetzt durch die Jochholme und die Querträger der Eisenbahn mit einander verbunden sind; und zwar deshalb, damit, wenn die Brücken dereinst erneuert werden müssen, die eine Hälfte zuerst, und wenn diese fertig ist, die andere gebaut werden kann, ohne die Fahrten auf der Eisenbahn wegen des Baues der Brücken

unterbrechen zu dürfen. Jede Hälfte der Brücken hat daher ihre besonderen, in sich verstrebten Joche, wie Fig. 1., 3. und 4. sie zeigen. Jede *ganze* Brücke ist im Belage, gleich der Dammkrone, 24 Fufs, jede Hälfte also 12 Fufs breit. Die Entfernung der Joche von einander beträgt, senkrecht gemessen, nur 12 bis 14 Fufs, da die Balken wegen der schrägen Stellung der Joche doch schon an 16 bis 18 Fufs frei liegen. Eine gröfsere Entfernung der Joche und eine künstliche Balkendecke war hier ganz überflüssig, da es hier an den Mühlen gar keinen Eisgang giebt; auch wären doppelte Balken oder Sprengwerke wegen Mangel an *Höhe* nicht gut ausführbar gewesen. Um den ungeheuren Lasten der Bahnwagenzüge zu widerstehen, sind die Balken *sehr* stark und werden noch von starken Sattelhölzern *s, s* ... Fig. 1. und 3. getragen, in welche sie eingekämmt und auf welchen sie, abwechselnd, über den Jochen gestofsen sind. Die Klammerschwellen *k, k* ... sind so tief hinuntergebracht, als es möglich war; sie sind mit einander und, so wie die Kreuzstreben mit den Pfählen, durch eiserne Schraubenbolzen verbunden. Rechtwinklig, quer über die Balken, sind die Querhölzer der Eisenbahn *q, q* ... gekämmt, die zugleich eins um das andere nach aufsen überstehen, um die Verstrebung des Geländers zu tragen. Zwischen diesen Querhölzern sind die Balken über einer darauf gelegten Auffutterung *p, p* ... mit Bohlen belegt, so dafs oben die Bohlen und die Querhölzer eine gerade Fläche bilden. Die Stirnjoche werden durch die Anker *e, e* ... Fig. 4. gegen den Druck der Erde festgehalten. Wenn eine Erneuerung der Brücken nöthig sein wird, so können die Belagbohlen, Querträger, Holme und Klammerschwellen in der Mitte durchgeschnitten werden und die eine Hälfte der Brücken kann, bis auf den Belag und die Klammerschwellen, neu gebaut werden, während die andere Hälfte stehen bleibt. Hierauf kann die Eisenbahn einstweilen auf die neue Hälfte gelegt, oder es können, besser, neue Schienen auf die neue Hälfte gelegt, und die andere Hälfte kann dann ebenfalls gebaut werden; die Fahrt wird zurückverlegt und beide Hälften werden darauf durch die Klammerschwellen und den Belag mit einander verbunden. Wenn dereinst zwei Schienen-Paare vorhanden sein werden, so darf nur, während der Zeit wo die eine Hälfte einer Brücke neu gebaut wird, alle Passage, hin und zurück, auf die andere Hälfte gelenkt werden.

Die Brücke über die Eisenbahn bei Schöneberg hat Stirn- und Flügelmauern ganz aus Rüdersdorfer Kalksteinen und eine hölzerne Bahn,

welche von verzahnten Balken getragen wird. Die Mauern stehen unmittelbar auf dem festen Boden. Die Geländer sind so hoch, daſs die Pferde der über die Brücke fahrenden Fuhrwerke die Dampfwagenzüge nicht über das Geländer hinweg sehen können. Die Balken der Brücke liegen 18 Fuſs hoch über der Eisenbahn. Die Rinnen neben dem Damme unter der Brücke sind ausgemauert.

Die kleinern Brücken im Damme und über Seitengräben sind auf die gewöhnliche Weise von Mauerwerk gebaut und theils überwölbt, theils mit starken Granitplatten bedeckt.

6.

Die Gebäude,

welche zur Zeit des Verfassers gebaut, aber zum Theil, besonders diejenigen bei Potsdam, bei seinem Abgange noch nicht ganz vollendet waren, sind das Empfanggebäude nebst Halle, ein Dampfwagen- und zwei Bahnwagenschuppen auf dem Bahnhofe bei Berlin, und das Empfanggebäude, nebst Bahnwagenschuppen und ein Coke-Ofen bei Potsdam. Nach seiner Zeit sind auf beiden Bahnhöfen noch Schuppen und andere Gebäude, so wie Wärterhäuser und Wächterbuden an der Bahn entlang hinzugekommen. Auch ist Manches an den früheren Gebäuden nach dem veränderten Bedürfniſs verändert worden.

Um eine Vorstellung, wenigstens von dem *Berliner* Bahnhofe und von seiner Lage gegen die Stadt zu geben, ist hier auf Tafel 5. der Grundriſs desselben beigefügt, der den Bahnhof im Allgemeinen so vorstellt, wie er bei dem Abgange des Verfassers war.

D ist das Empfanghaus, mit daran gebauter bedeckter Halle *H*. Die untere Etage D_1 dieses Gebäudes enthält eine Vorhalle 1, die von den obern Etagen bedeckt ist, vier Empfangzimmer 2, 4, 5 und 7, zwei Flure 3 und 8, und das Cassenzimmer 9. 10 ist der Vorplatz vor der Casse. Die beiden obern Etagen D_2 und D_3 enthalten Zimmer für die Verwaltung und Wohnungen für Beamte. Ursprünglich sollte das Empfanghaus nur zwei Etagen hoch werden und ein gewöhnliches Ziegeldach bekommen. Später wurde ein drittes Stockwerk beschlossen, und da gerade während des Bauens die *flachen Dächer* auch hier gebräuchlich zu werden anfingen und man auch hier den *Asphalt* zur Dachbedeckung zu benutzen anfing, so gab man dem Empfanghause ein flaches, mit Asphalt bedecktes Dach.

Im Innern des Gebäudes ist Vielerlei verändert worden; zum Theil in Folge veränderter Beschlüsse darüber, ob und in welcher Art ein Restaurateur in dem Hause sein sollte.

Mit dem Empfanghause verbunden ist eine bedeckte Halle *H*, in welche die Wagenzüge einfahren und unter deren Dach die Passagiere im Trocknen ein- und aussteigen können. In der Halle befindet sich eine Plateform, die mit dem Fufsboden der Empfangzimmer fast gleich hoch und so hoch über der daran entlang gehenden Eisenbahn liegt, *wie der Boden der Bahnwagen über dem untern Puncte der Räder*, so dafs man in die Wagen nicht ein- und aus*steigen* darf, sondern von der Plateform in dieselben hinein- und hinaus *schreiten* kann. Diese Anordnung hat man zur Bequemlichkeit der Passagiere gemacht und weil das Ein- und Aus*steigen* bei Eisenbahnwagen immer mehr oder weniger gefährlich ist. Aehnliche Plateformen sind auch an dem Potsdamer Empfanghause und auch auf den Zwischen-Stationen, wo angehalten wird, errichtet worden. Die Halle *H* hat ein flaches Dach, welches mit Asphalt bedeckt, mit einem eisernen Gitter umgeben ist und in gleicher Höhe mit dem Fufsboden der nächst obern Etage liegt. An der äufsern, vom Hause abgekehrten Seite ist die Halle offen und das Dach wird daselbst von steinernen Pfeilern getragen.

Das Gebäude *F* enthält Räume zur Annahme der Packete und zu andern Abfertigungen.

Von dem zweireihigen Bahnwagenschuppen *A* (Tafel 5.) zeigt Fig 3. (Taf. 6.) den Querschnitt. Auf jeden Pfeiler *a* trifft ein durch die Figur vorgestelltes Dachgebind. Zwischen diesen Gebinden werden die Sparren von den Trägern *b, b* ... getragen. Der Länge nach ist das Dach zwischen der Forstsäule *c* und den schrägen Stuhlsäulen *d, d* ... verstrebt.

Den Querschnitt des Dampfwagenschuppens *B* (Taf. 5.) zeigt Fig. 2. (Taf. 6.). Es trifft wieder auf jedes Paar einander gegenüberstehender Wandpfeiler ein Gebind, wie die Figur es vorstellt, und zwischen diesen Gebinden wurden die Sparren von den Trägern *b, b* ... getragen. Die Grube *a* ist gemacht, um bei den Ausbesserungen der Dampfwagen von unten zu dem Boden derselben gelangen zu können. An beiden Schuppen ist späterhin Mehreres verändert worden.

Den Querschnitt des vierreihigen Bahnwagenschuppens *C* (Taf. 5.) zeigt Fig. 1. (Taf. 6.). Die aus zwei Stielen dicht neben einander beste-

henden Unterstützungen *a, a, a* umfassen die durchgehenden Balken *c,* deren einer je auf zwei einander gegenüberstehende Pfeiler trifft und tragen die Träger *b, b, b,* auf welchen die Sparren *d* ruhen, die in den Hauptgebinden dicht *neben* den durchgehenden Balken liegen. Das Dach dieses Schuppens wurde der Kosten-Ersparung wegen nur mit *künstlichem* Asphalt bedeckt.

Später sind noch andere Schuppen und Baulichkeiten zu verschiedenen Bedürfnissen und Bequemlichkeiten ausgeführt worden.

Der *Potsdamer Bahnhof* wurde so wenig ausgedehnt als möglich entworfen, weil der Platz dazu ganz auf dem weichen Wiesen-Grunde mehrere Fufs hoch erst aufgeschüttet werden mufste. Zur Zeit des Verfassers ist nur das Gebäude zum Empfange der Passagiere und zu einigen Wohnungen, so wie ein an die Hofmauer angelehnter, vorn offener Schuppen für Bahnwagen, nebst einem Coke-Ofen erbaut worden; doch waren diese Gebäude bei seinem Abgange noch nicht ganz vollendet und sind nachher zu den veränderten Bedürfnissen erweitert und verändert worden. Das Empfanghaus ist wegen des sehr schwierigen Baugrundes nur *ein* Stockwerk hoch gebaut worden, mit Wänden von Fachwerk, die Ringwände von aufsen mit Ziegeln verblendet. Das flache Dach des Empfanghauses ist mit Asphalt bedeckt. An der Seite nach der Eisenbahn hat das Empfanghaus eine bedeckte und erhöhete Plateform, ähnlich der an dem Berliner Hause; die daran hingehende Eisenbahn ist aber nicht bedeckt. Ueber der Plateform hat das Gebäude einen um eine Etage erhöheten Aufsatz, dessen Fufsboden mit dem Dache gleich hoch liegt. Die Fundamentirung der Gebäude war hier ungemein schwierig und kostbar, da das Terrain so niedrig liegt, dafs es sehr bald von dem nahen Havelflusse überschwemmt wird und aus sumpfigem Wiesenboden besteht, unter welchem sich erst in einiger Tiefe Sand befindet. Die Wände der Gebäude mufsten nothwendig auf einen liegenden Rost gesetzt werden, und dieser ist auf eine Art construirt worden, die auch in andern Fällen von Nutzen sein kann. Anstatt nemlich zu dem Rost, wie gewöhnlich, erst Balken zu strecken, über dieselben Querhölzer zu kämmen und zwischen oder auf diesen den Rost zu bebohlen, ist der Rost, *ohne* alle *starke* Hölzer, *blofs* aus Bohlen verfertigt worden; und zwar auf folgende Weise. Zuerst sind *quer* auf die Wände, und weit über die Breite der Fundamente vortretend, 4 Zoll dicke Bohlen dicht neben einander gelegt; auf diese, nach

der *Länge* der Wände, ebenfalls dicht neben einander und in der durch die Länge der untern Bohlen bestimmten Breite, 5 Zoll dicke Bohlen, und auf diese Längsbohlen, wieder *quer* auf die Wände, 3 Zoll dicke Bohlen, gleichfalls dicht neben einander; auf welchen dann die Mauern der Fundamente stehen, die hier bis zu den Schwellen der Wände an 13 Fufs hoch sind. Die drei Schichten Bohlen sind durch hölzerne Nägel mit einander verbunden und bilden also eine 12 Zoll dicke, *compacte Tafel,* die offenbar mit grofser Kraft die auf ihr ruhende Last trägt und die nach Belieben die *1½fache* bis *doppelte* untere *Breite* der Fundamente erhalten kann. Wo die Wände senkrecht auf einander stofsen, oder sich kreuzen, wird die *mittlere* Schicht des Rostes der einen Wand zur *untern* der auf sie senkrecht zutreffenden Wand, die oberste Schicht unter jener zur mittleren unter dieser und die Quer-Wand erhält eine neue obere Schicht. Der Rost ist bis unter das niedrigste Wasser versenkt worden, wo sich auch der Sand fand; und da man einen ziemlich niedrigen Wasserstand benutzen konnte, so liefs sich die Versenkung ohne allzu grofse Anstrengung beim Wasserschöpfen ausführen. Meines Erachtens dürfte diese Art von liegenden Rost, der nicht theurer zu stehen kommt, als der sonst übliche, für ungewöhnlich weichen Boden zu empfehlen sein. Der Coke-Ofen steht ebenfalls auf einem solchen Roste. Die Umfangsmauer des Bahnhofes mufste ansehnlich hoch gebaut werden, damit die Pferde der Fuhrwerke auf der nahen Chaussée vor den Dampfwagen sich nicht scheuen möchten.

7.
Dampf- und Bahnwagen.

Anfänglich und zu meiner Zeit wurden 6 Dampfwagen und 44 Wagen zum Transport von Personen, nemlich 2 Wagen erster, 5 Wagen zweiter, 9 Wagen dritter und 28 Wagen vierter Classe, desgleichen Probewagen zum Fracht- und Viehtransport angeschafft. Später, als man sah, dafs die Frequenz sehr zunahm, sind mehrere Wagen angeschafft worden. Für die Personenwagen sind späterhin statt vier nur drei verschiedene Classen angemessen gefunden worden.

Ende 1836, als die Dampfwagen zu bestellen waren, damit hinreichende Zeit zu ihrer Verfertigung und Aufstellung bis zur Eröffnung der Bahn bleiben möchte, war die Benutzung des Dampfes zur Zugkraft auf Eisenbahnen überhaupt noch sehr neu. Die *älteste* Eisenbahn, auf wel-

cher man die Dampfkraft mit Erfolg und dauernd benutzt hatte, nemlich die Bahn zwischen Manchester und Liverpool, war erst etwa 6 Jahre alt. Seit der Verfertigung der *ersten* Maschinen dieser Art, für jene Bahn, waren dieselben zwar schon weiter vervollkommnet worden, allein es war wohl abzusehen, dafs noch weit mehr Vervollkommnungen so künstlicher Maschinen bevorständen. Hier indessen war weder Zeit noch Gelegenheit vorhanden, sich *selbst* um dergleichen Vervollkommnungen zu bemühen und kostbare und zeitraubende *Versuche* damit zu machen, um so weniger, da es hier im Lande noch an allen Zurichtungen fehlte, diese Maschinen zu bauen. Man mufste sich daher begnügen, die ersten Maschinen so zu nehmen, wie sie *damals* als die besten anerkannt waren. Dieses waren die englischen Maschinen, und unter diesen diejenigen aus der Fabrik des Herrn *R. Stephenson* zu New-Castle upon Tine; von welcher Fabrik auch die oben erwähnten ersten 6 Dampfwagen geliefert worden sind. Sie waren zur Heizung mit Cokes von englischen *Steinkohlen* eingerichtet. Es mufsten die Steinkohlen dazu herbeigeschafft und Oefen gebaut werden, um die Cokes daraus zu bereiten. Sehr zu wünschen wäre es gewesen, dafs man die Dampfwagen, statt mit Steinkohlen, mit Holz hätte heizen können, da das Holz, anders wie die Steinkohlen, hier jederzeit und ohne Schwierigkeit zu haben, die Heizkraft desselben wohlfeiler ist, auch das Holzfeuer die Maschinen weniger angreift, als das Steinkohlenfeuer. Allein die Vorrichtungen zur Benutzung des Holzes zur Heizung waren damals noch nicht erfunden, da man in England, wo man bis dahin allein in dem Falle war, um die Vervollkommnung der Dampfwagen sich zu bemühen, keinen Anlafs zur Holzfeuerung hatte, indem das Holz in England theurer ist, als die Steinkohlen. In Amerika aber, wo, eben wie hier, das Holz leichter zu haben ist, als die Kohlen, war die gefahrlose Anwendung des Holzes noch nicht gelungen. Man mufste also Anfangs hier bei der Heizung mit *Steinkohlen* stehen bleiben. Nachdem es später, namentlich *im Jahre 1839,* in Amerika gelungen ist, die Dampfwagen zur Heizung mit Holz einzurichten, und besonders das Umhersprühen der Funken möglichst zu verhindern, sind auch hier, nach meiner Zeit, amerikanische Dampfwagen angeschafft und die ältern englischen zur Heizung mit Holz eingerichtet worden. Dieses ist gewifs eine grofse Vervollkommnung, die auch wahrscheinlich eine bedeutende Ersparung an den Betriebskosten zur Folge haben wird.

Auch die ersten Transportwagen mufste man sich begnügen nach englischen Mustern zu bauen; die später gebauten sind ebenfalls vervollkommnet worden.

8.
Art der technischen Ausführung.

Alle Arbeiten und Lieferungen, bei welchen es thunlich war, sind, theils im Ganzen, theils im Einzelnen, in Entreprise, und nur sehr wenige einzelne, kleine Arbeiten sind in Lohn ausgeführt worden. Alle, für welche von einer Concurrenz von Unternehmern Vortheil zu hoffen war, sind öffentlich ausgeboten worden. Es wurde eine genaue Beschreibung Dessen, was man verlangte und der von den Unternehmern zu erfüllenden Bedingungen ausgelegt, und die Anerbietungen wurden versiegelt entgegengenommen. So sind die Lieferung der Schienen, Schienenstühle, Bolzen, Keile, Drehstühle, hölzernen Quer-Unterlagen zur Bahn u. s. w., der Bau der Gebäude, der gröfseren Brücken, der Personenwagen u. s. w. nach öffentlicher Ausbietung in Entreprise gegeben worden.

Der Erddamm ist ebenfalls in Entreprise, und zwar durch einen einzelnen, mit dergleichen Arbeiten bekannten Unternehmer, mit welchem für die gesammte Arbeit nur *ein,* mehrfordernder Unternehmer concurrirte, ausgeführt worden. Die Erde wurde, wie schon oben bemerkt, fast ganz aus der Linie der Bahn selbst genommen; nemlich die Erde zu den Aufschüttungen aus den Einschnitten. Zu den Anfängen der Aufschüttungen wurde die Erde aus den anstofsenden Anfängen der Einschnitte bis auf 100 Ruthen weit in Handkarren herbeigeschafft; die übrige, weiter zu transportirende Erde zu den Aufschüttungen aber wurde in grofsen, gehäuft *eine Schachtruthe* fassenden, von Pferden gezogenen Fuhrwerken, auf einer provisorisch gelegten und, so wie die Dämme vorrückten, verlängerten Eisenbahn angefahren. Alle aufgeschüttete Erde wurde festgestampft. Die Erd-Bahnkarren waren zweierlei Art: die einen schütteten die Erde nach vorne aus, zur Verlängerung des Dammes; die andern nach der Seite, zur Verbreitung desselben. Nach mehreren Versuchen ergab sich die auf Tafel 7. Fig. 1. bis 4. und auf Tafel 8. Fig. 1. bis 3. vorgestellte Einrichtung dieser Karren als die angemessenste. Doch sind noch einzelne Veränderungen daran angebracht worden. So z. B. bewährten sich die Räder von gegossenem Eisen, die man anfänglich, der Ersparung wegen

und um sie schnell zu haben, den Karren gab, nicht hinlänglich, sondern es schliffen sich bald Rinnen darin aus; auch brachen häufig die Achsen. *Geschmiedete* Räder aus England dagegen, die man späterhin nahm, waren haltbarer. Auf horizontaler und fallender Bahn konnte ein starkes Pferd 144 Cub. F. Erde in diesen Karren fortziehen. Die durch gewöhnliche Mittel fortgeschaffte Erde wurde an der Stelle der Ausgrabung ausgemessen: die durch die grofsen Karren bewegte Erde aber karrenweise berechnet, weil die Karren einen bestimmten Inhalt hatten. Diese Art, die Erde zu einem Eisenbahndamm in *sehr grofsen* Karren zu transportiren, dürfte überall, wo der Damm, wie es hier der Fall war, *nicht Zeit behält, sich zu setzen, nicht sowohl* der Ersparung wegen, als besonders *deshalb* zweckmäfsig sein, weil die aufgeschüttete Erde durch die Menge der darüber hingehenden sehr schweren Erdfuhren so *fest gedrückt und gerüttelt* wird, dafs sie sich nicht mehr *setzt.* Auch gelangen die Schienen u. s. w. sogleich bei der Damm-Arbeit zur Stelle, und die *Schienen* werden sämmtlich *geprüft.* Dafs die schweren Erdfuhrwerke den Damm wirklich ganz fest machen, hat hier der *Erfolg* gezeigt; denn der Damm wurde hier *sogleich,* wie er nur fahrbar und zum Theil noch nicht einmal überall ganz fertig war, gebraucht, und obgleich er, wie oben bemerkt, zum Theil auf sehr weichem und sogar auf besonders schwierigem Terrain liegt, wie z. B. bei Kohlhasenbrück, wo der feste Boden an der einen Seite des Dammes tiefer liegt, als an der andern, und wo bei der Aufschüttung einst die Erde plötzlich 20 bis 30 Fufs weit zur Seite in die Tiefe hinein auswich, hat sich doch der Damm nachher beim Gebrauch, so viel ich weifs, an keiner Stelle mehr irgend weiter in dem Maafse gesenkt, dafs die Fahrten auf der Eisenbahn hätten unterbrochen werden müssen. Wahrscheinlich, und fast zuverlässig, wäre es anders gewesen, wenn man die Erde durch *leichte* Fahrzeuge aufgeschüttet hätte, so stark sie auch sonst hätte mögen gestampft worden sein. Eine Verbesserung der schweren Erdkarren dürfte wahrscheinlich noch darin bestehen, dafs man die Kasten *nicht* beweglich macht, weder nach vorn, noch nach der Seite, sondern sie fest auf das Untergestelle legt, blofs mit wegnehmbaren Vorsetzbrettern vorn oder an den Seiten. Dadurch würden die Karren sehr an Haltbarkeit und Dauer gewinnen. Freilich müfste dann die Erde hinaus*geschaufelt* werden, eben wie sie schon *hinein*geschaufelt werden mufs. Allein die Kosten dieses Hinausschaufelns dürften wahrscheinlich denen der Re-

paraturen der Karren, die aus der Beweglichkeit der Kasten entstehen, nicht gleichkommen, und die Karren könnten dann noch besser zu ihrem Zweck, zugleich den Damm zu befestigen, eingerichtet werden.

Bei der Lieferung der *Dampfwagen* war keine Concurrenz zweckmäfsig, da es nicht sowohl darauf ankam, die *wohlfeilsten,* als vielmehr die *zuverlässigsten* Maschinen zu erhalten, damit man nicht in die Gefahr käme, vielleicht bald nach der Eröffnung der Bahn die Fahrten wieder unterbrechen zu müssen. Die ersten Dampfwagen konnten und durften daher nur aus der *damals* zuverlässigsten und bewährtesten Fabrik *in England* genommen werden, welches die obengedachte des Hrn. *Stephenson* war. Man sandte dem Hrn. *Stephenson* bei der Bestellung eine Zeichnung und Beschreibung der Eisenbahn und bestimmte das Gewicht der Wagen und ihre Leistungen; worauf der Verfertiger sich anheischig machte, Wagen zu liefern, die auf der beschriebenen Bahn das Verlangte leisteten; was er auch erfüllt hat.

Die Schienen sind von einem mindestfordernden hiesigen Lieferanten aus England herbeigeschafft worden und haben sich dauerhaft gezeigt.

Ein Theil der Schienenstühle ist in Schlesien gegossen worden. Da sich aber fand, dafs sie, weil der Gufs des Eisens weniger gut war, als der der englischen, schwerer sein mufsten, und dennoch kaum so sicher und wohlfeiler waren als diese, so sind die meisten Schienenstühle aus England geliefert worden.

Die Bolzen und Keile zur Schienenbahn sind durch hiesige mindestfordernde Schmiede verfertigt worden.

Die Quer-Unterlagen sind durch Mindestfordernde geliefert.

Die Drehstühle sind nach dem englischen Muster durch hiesige Mindestfordernde verfertigt worden.

Die Gebäude sind durch mindestfordernde Werkleute, an welche die einzelnen Gebäude im Ganzen verdungen waren, erbaut worden.

Die kleineren Brücken im Damm hat der Unternehmer des Erddammes in Entreprise erbaut, damit bei dem Damme nicht *verschiedene* Unternehmer einander hindern und aufhalten möchten.

Die gröfseren Brücken sind von andern mindestfordernden Werkleuten erbaut.

Zu den Bahnfuhrwerken liefs man, wie oben bemerkt, Muster aus England kommen; desgleichen auch *alle* übrigen geschmiedeten Räder und

Achsen, so wie zum Theil die Federn (deren *alle* Wagen haben), weil es hier im Lande noch an Zurichtungen fehlte, um, besonders die Räder und Achsen, zu schmieden. Die Wagenkasten haben hiesige Mindestfordernde verfertigt, so wie auch die Wagen zusammengesetzt.

Das Terrain zu der Bahn wurde, wie schon bemerkt, mit fast nur einer einzigen Ausnahme eines kleinen Stück Landes, von der Direction der Eisenbahn auf gütlichem Wege erworben.

Dieses ist es, was der Verfasser über das Bauwerk, soweit er dabei mitgewirkt hat, jetzt noch zu berichten vermag. Er hat, wie oben bemerkt, den technischen Entwurf dazu nach den hier beschriebenen Principien gemacht und hatte die technische Leitung der Ausführung übernommen, welche unter der von der Actien-Gesellschaft erwählten Direction stand. Die specielle technische Aufsicht führte der obengedachte Ingenieur, Herr *Loof*, der auch schon bei dem Entwurfe, wie oben bemerkt, mitgewirkt hatte. Auch waren noch mehrere Conducteurs und Aufseher bei den Arbeiten angestellt.

Es hat zwar nicht an Tadel einzelner Dinge gefehlt, z. B. dafs die Gebäude zu grofs und zum Theil nicht zweckmäfsig wären; dafs Dieses und Jenes hätte anders sein können, und insbesondere, dafs beim Abschlufs die *Kosten viel* höher gewesen sind, als vorausberechnet. Aber Tadel ist schon bei *jedem gewöhnlichen* und vielfach versuchten Bauwerke nur zu leicht *möglich:* um so mehr bei diesem so ausgedehnten, vielartigen und hier zu Lande *erstem* Werke seiner Art. Der Tadel hat indessen nur Einzelnes getroffen und dürfte nicht hinreichend begründet sein. Die Gebäude sind für eine Eisenbahn, die zwei grofse Residenzen verbindet, nicht zu grofs, und da die ihnen ursprünglich bei dem Plane gegebene Bestimmung späterhin öfters geändert worden ist, so konnten sie nicht zu allen diesen *verschiedenen* Bestimmungen *zugleich* ganz gut passen. Die höheren Kosten aber sind vorzüglich daraus entstanden, dafs das Terrain über alle Erwartung theuer bezahlt werden mufste; dafs sich viele andere unvorhergesehene Schwierigkeiten fanden und dafs, weil auch gegentheils die Frequenz über alle Erwartung hoch ausfiel, bei weitem mehr Transportmittel, als vorausgesehen, angeschafft und mehrere andere Dinge *zusätzlich* gemacht werden mufsten. Da wo die Kosten der Gegen-

stände im Voraus *mit Sicherheit* beurtheilt werden *konnten,* sind sie wenig von den voraus berechneten abgewichen. Im Ganzen sind die Kosten nicht höher gewesen als verhältnifsmäfsig die anderer Eisenbahnen unter ähnlichen örtlichen Umständen. Und sind die *Ausgaben* höher gewesen, als im Voraus arbitrirt, so hat sich auch die *Einnahme* in noch *stärkerem* Verhältnisse gröfser gezeigt, als man erwartete. Uebrigens, so wie an Tadel, hat es auch an Anerkennung nicht gefehlt, und das Endresultat ist, dafs alles oben Beschriebene *dauerhaft* sich gezeigt hat und dafs solches, nachdem bis jetzt 10 bis 12 Tausend Wagenzüge, mit fast anderthalb Millionen Personen besetzt, die Bahn befahren haben, vortrefflich sich erhalten hat, in dem Maafse, dafs, soviel dem Verfasser bekannt, noch nirgends ein wesentlicher Mangel oder Schaden, der z. B. eine Unterbrechung der Benutzung der Bahn zur Folge gehabt hätte, vorgekommen ist, und dafs die Actien schon längst mit 25 und mehreren Procenten *Aufgeld* bezahlt werden.

Berlin, im April 1841.

11.

Uebersicht der Geschichte der Baukunst, mit Rücksicht auf die allgemeine Culturgeschichte.

(Vom Herrn Bau-Inspector *C. A. Rosenthal* zu Magdeburg.)

(Fortsetzung der Abhandlung No. 2. im 1sten, No. 6. im 2ten, No. 8. im 3ten Hefte 13ten, No 1. im 1sten, No. 7. im 2ten, No. 8. im 3ten, No. 12. im 4ten Hefte 14ten und No. 1. im 1sten, No. 9. im 2ten Hefte 15ten Bandes.)

---

§. 76.

Entstehung des ionischen Styls.

Den vorhandenen Nachrichten zufolge war der um 550 v. C. erbauete Tempel der Diana zu Ephesus das erste griechische Gebäude, welches im ionischen Style errichtet wurde. Nach *Plinius* und *Vitruv* (IV, 1.). Zwar erwähnt *Pausanias* (VI, 19.) einer ionischen Abtheilung im Schatzhause der Sicyonen zu Olympia, welche, einer Inschrift zufolge, in der 33sten Olympiade (648 v. Chr.) errichtet sei. Hiebei ist indessen nicht zu übersehen, dafs diese Schatzhäuser auf der Mauer standen und vom *Pausanias* selbst nur eine *Art* Häuser genannt werden, und dafs der Ausbau von Erz war. Es läfst sich also dabei an keine eigentliche Bau-Construction denken. Nimmt man dazu, dafs *Pausanias* kein Kunstverständiger war und sich überhaupt sehr oberflächlich zeigt, so wird man sich leicht zu der Annahme berechtigt halten dürfen, dafs hier nur von willkürlichen, kaum zur Architektur zu rechnenden Formen die Rede ist, welche, der durch das Material veranlafsten Leichtigkeit wegen, zufällig dem ionischen Style ähnlicher waren, als dem dorischen. Auch fragt es sich noch, ob sich die Inschrift nicht auf die erste Einrichtung bezieht, und ob nicht jene ionischen Bestandtheile einer spätern Zeit angehören. Uebrigens nicht die Zeit, sondern der Ort ist befremdend; denn in Klein-Asien könnte um diese Zeit sehr wohl schon ionisch gebaut worden sein; nach dem Mutterlande indefs kann der ionische Baustyl so früh wohl nicht gekommen sein. Alle andern Umstände machen es sogar wahrscheinlich, dafs solches nicht vor den Perser-Kriegen geschahe.

Natürlich mufs aber vorausgesetzt werden, dafs schon früher die Hinneigung zu dem ionischem Styl vorhanden war. Demnach müfste man

sich über die verhältnifsmäfsig späte Entstehung desselben wundern, wenn dieser Styl eben so ächt griechisch wäre, wie der dorische. Das ist er indefs keineswegs; vielmehr sind in ihm, wie wir später sehen werden, einzelne Eigenschaften des griechischen Kunst-Characters auf Kosten der andern, wichtigeren, und selbst auf Kosten des allgemeinen Princips der Baukunst auf die Spitze getrieben, so, dafs man sich mit Recht versucht fühlen könnte, in der Entstehung des ionischen Styls den ersten Schritt des beginnenden Verfalls der Baukunst zu sehen, in so fern nicht ein eigenthümliches Localverhältnifs die Ursach gewesen wäre.

Der Character der Ionier, schon im Mutterlande anmuthiger und dabei reizbarer als der dorische, mufste in dem reichen und üppigen Klein-Asien, in den ungemein lebendigen Völkerverhältnissen, eine Beweglichkeit annehmen, welche mit wachsender Beschleunigung ihn immer weiter von jenem entfernte und ihn mit der Zeit aus dem ursprünglichen gemeinschaftlichen Grundcharacter des gesammten Griechenthums fast hinaus zu drängen drohete, also somit einen abweichenden Kunststyl vollkommen rechtfertigte. Der ionische Baustyl ist kein rein griechisches Erzeugnifs; er ist in den klein-asiatischen Colonieen entstanden und gehörte, streng genommen, nur dort zu Hause; wie er denn wirklich auch in Griechenland selbst erst später eingeführt wurde.

Zur Zeit der Colonisation Klein-Asiens und der nahe liegenden Inseln hatte die griechische Baukunst noch keine feste Gestaltung. Demungeachtet mögen, bei gleichen Bildungs-Elementen und bei der statt gefundenen fortwährenden Verbindung, die Aeoler, wie die Ionier und die später eingewanderten Dorer, in Klein-Asien in der ersten Zeit grade so gebaut haben, wie die Griechen des Mutterlandes. Die Veränderung des Nationalcharacters, besonders bei den Dorern, konnte nur langsam und unmerklich geschehen, zumal bei dem frühzeitig scharfen Gepräge desselben. Jene vermehrte Regsamkeit wirkte zunächst wohl weniger auf eine abweichende Richtung als auf ein rascheres Fortschreiten, und dieses mufste sich weit früher den beweglichern, in der Zeit wirkenden Künsten, als denen, die schwerfälliger im Raume wirken, namentlich, früher der Poesie, als der Baukunst mittheilen. Deshalb hatten die Ionier und Aeoler in Klein-Asien ihren *Homer* und *Hesiodus* um mehr denn vier Jahrhunderte früher als das Mutterland seinen *Pindar* und seine *Korinna* (wenn es anders erlaubt ist diese sehr verschiedenartigen Dichter, zwar nicht ihrem

Character, aber doch ihrer Zeit nach zu vergleichen). Von dem mythischen Orpheus kann natürlich hier die Rede nicht sein. Darum aber auch athmen die Gesänge *Homers* noch ganz den ächt griechischen Geist: ein Beweis, daſs die Jonier zu seiner Zeit noch ächte Griechen waren. Darum endlich finden wir, wenn anders den Nachrichten zu glauben ist, erst vier Jahrhunderte später den ausgebildeten ionischen Baustyl, welcher gleichwohl die frühere Construction und Hauptgestaltung festhielt; der jedoch in den einzelnen, weichlicheren Formen einen wesentlich verschiedenen Character trägt, und der bei aller Anmuth an wahrem Werthe dem dorischen Styl bedeutend nachsteht. Der edle, kräftige Fruchtbaum griechischer Kunst entfaltete in dem neu gewonnenen üppigeren Boden eine reichere Pracht doppelter, aber mehr tauber Blüthen.

Wenn nun aber auch der ionische Styl mehr dem neuen Wohnsitze und den durch denselben hervorgerufenen Veränderungen, als dem Volksstamme angehört, so rechtfertigt sich der Name doch dadurch, daſs es unter den klein-asiatischen Griechen die Jonier waren, welche ihn erfunden haben. Hier trafen die ursprünglichen Character-Anlagen mit den neuen Umgebungen zusammen; sie brauchten nicht geändert zu werden; sie steigerten sich nur. Wohl mögen die Aeoler, und mehr noch die später eingewanderten Dorer, längere Zeit dem alten Style treu geblieben sein, bis auch ihr Character den climatischen und sonstigen Einwirkungen genugsam nachgegeben hatte und der ionische Styl als der herrschende über ganz Klein-Asien ausgebreitet wurde. Da gerade hier alle alten Tempel, mit Ausnahme des einzigen zu Ephesos, welcher indeſs bekanntlich die Geburts-Nacht *Alexander's* auch nicht überlebte, von den Persern zerstört worden sind, so läſst sich leider die allmälige Verbreitung des ionischen Styls nicht genau verfolgen. Bei der Wiederherstellung nach den Perserkriegen scheint indessen der ionische Styl ziemlich allgemein gebräuchlich gewesen zu sein. Die unter den Ruinen gefundenen dorischen Fragmente zeigen fast ohne Ausnahme den bereits verdorbenen Styl: entweder ein Zeichen der spätern Bauzeit, oder ein Beweis, daſs der ächte, einfach ernste griechische Geist in Klein-Asien miſsverstanden wurde.

Die klein-asiatischen Colonieen genossen nur kurze Zeit der politischen Freiheit. Kaum hatte sich der ionische Baustyl unter ihnen zu einer festen Ausbildung emporgearbeitet, als sie von Kyros unterjocht wurden (535 v. Chr.). Der Versuch der Befreiung unter Darius endete mit härterer

Unterdrückung und Zerstörung ihrer Städte und Tempel. Der Cimonische Friede (448) gab ihnen zwar die Freiheit, aber schon 386 v. Chr. wurden sie durch die Spartaner in einem Vergleich wieder an die Perser abgetreten. Freilich wurde in der ganzen Zeit die Kunst nicht allein geübt, sondern später sogar über die andern persischen Provinzen ausgebreitet; dennoch ist nur bei einem freien Volke eine selbstständige und kräftige Kunst-Entwicklung möglich, und man würde sich darüber wundern müssen, dafs der ionische Styl unter dem persischen Joche nicht noch fremdartiger geworden ist, wenn nicht die wiederhergestellte und zu keiner Zeit aufgehobene Verbindung mit dem Mutterlande statt gefunden hätte. Dafs der ionische Baustyl überhaupt zwischen den doppelten Einflüssen der fremden und der dorischen Bildung noch so consequent durchgebildet ist, verdankt er ebenfalls der festen, allgemein künstlerischen Grundlage des ursprünglichen griechischen Characters, welcher auch eine fremdartige Bahn, wenn sie einmal eingeschlagen war, mit festen Schritten verfolgte; wovon wir ein späteres, obwohl weniger lobenswerthes Beispiel, in der Behandlung der ägyptischen Formen bereits angetroffen haben.

§. 77.
Dritte Periode (490—337).

So kurz schon dieser Zeitraum ist, war es doch selbst nur der kleinste Abschnitt desselben (etwa von 479—420), welcher die Kunst, und zwar fast in allen ihren Zweigen auf dem Gipfel sah. Allerdings traten alle äufsern Gründe begünstigend zusammen: aber dennoch wäre es wohl keinem andern Volke, keiner andern Kunst möglich gewesen, eine solche Höhe zu erreichen; zumal auch diese kurze Zeit der höchsten Blüthe nicht ohne Krieg vorüberging.

Bald nach der glorreichen Schlacht bei Marathon (und auch da ruheten die inneren Fehden nicht), mufste man sich gegen den aufs Neue drohenden übermächtigen Feind rüsten. Nur Athen und Sparta wagten den Widerstand. Xerxes nahete mit seinen zahllosen Schaaren, überschwemmte Hellas und zerstörte seine Städte und Tempel, bis die Schlachten bei Salamis (479) und Platäa (478) die gewaltigen Eroberer auf immer vertrieben. Vielleicht wäre es noch richtiger gewesen, die Periode erst mit 479, wo das Alte zerstört, und bei Wiedererbauung der Städte der neue und schönere Geist der Kunst geweckt wurde, zu beginnen; allein der

Geist im Volke, welcher jenen hervorrief, war schon nach der Schlacht bei Marathon erwacht, und so würde wohl auch ohne die spätern Ereignisse, wenn auch langsamer und im geringern Grade, die Kunst emporgestiegen sein. Also rechtfertigt sich die gewählte Epoche.

Die mit 479 beginnende Zeit ist es, welche die erhabensten Leistungen der griechischen Kunst hervorrief, obwohl die auswärtigen Kriege mit den Persern noch bis 448 fortdauerten. Denn kaum war in diesem Jahre der Cimonische Friede, welcher mit dem Mutterlande zugleich die Colonieen und Inseln befreiete, geschlossen, so entbrannten schon aufs Neue zahllose innere Kriege; Griechenland sollte sich der mit ungeheuern Anstrengungen erkauften Segnungen der Freiheit nicht lange erfreuen. Die kleineren Fehden zwischen Athen und Korinth, Aegina, Böotien; auch der dritte Krieg zwischen Sparta und Messenien haben der fortschreitenden Bildung wenig Abbruch gethan, vielleicht dieselbe vielmehr durch wohlthätige Spannung des Geistes noch im Ganzen gefördert; aber 430 v. Chr. begann der grofse peloponnesische Krieg, der Kampf um Leben und Tod zwischen Athen und Sparta, welcher mit geringen Unterbrechungen bis 383 dauerte und schon um die Mitte seiner Dauer dem kunstliebenden Athen die durch die Perserkriege errungene Oberherrschaft entwunden hatte. Sparta konnte, obwohl nicht mehr so rauh und starr, wie Lykurg es geschaffen gehabt, der Kunst nicht Athen ersetzen; vielmehr blieb letzteres in geistiger Beziehung auch in seiner tiefsten Erniedrigung und noch bis in die fernsten Zeiten dominirend. Auch Sparta erfreute sich nicht lange des Primats; 370 v. Chr. wurde es von Theben gestürzt. Die nun bis zur makedonischen Unterjochung folgende ruhm- und thatenlose Ruhe konnte auch der Kunst nicht gedeihlich sein; es war die Ruhe der Erschöpfung.

Die Perserkriege haben viele Denkmäler zerstört; aber noch mehrere und schönere geschaffen. Nicht allein, dafs der kaum gehoffte Sieg mit der politischen auch die geistige Freiheit rettete und mit dem belebenden Gefühle derselben alle Geistesthätigkeiten zur höchsten Regsamkeit steigerte: es wurde auch ganz Griechenland, welches bereits angefangen hatte, sich in einzelne Staaten völlig zu zersplittern, und welches dadurch, zum gröfsten Nachtheil, zumal der griechischen Kunst, seine Nationalität verloren haben würde, wieder so recht innig vereinigt. Ohne eine solche Vereinigung wäre der eigenthümliche Geist des Griechenthums vielleicht

eingeschlummert, ehe er das Höchste geleistet hatte. Dabei war es gerade jetzt von der äufsersten Wichtigkeit, dafs das Primat von Sparta auf Athen überging. Sparta hatte bei seinem Uebergewicht nichts weniger als die Kunst im Auge gehabt; auch war bisher gerade das isolirte Streben der einzelnen Staaten, der Kunst förderlich gewesen, insofern gerade daraus eine allgemeine Verbreitung des Kunstsinns, ein inniges Verwachsen, ein gegenseitiges Durchdringen der Kunst-Ideen des Volksgeistes hervorging. Jetzt aber, nachdem alles Wesentliche festgestellt war, wo es nur noch darauf ankam, die Kunst schnell auf den Gipfel zu heben, bedurfte es eines Mittelpunctes, in welchem sich alle Kräfte und alles Streben zum letzten Ziele concentrirten. Dazu nun war wieder kein anderer Staat so geeignet, wie Athen, wo die zurückgebliebenen Elemente des ionischen Characters den dorischen Ernst milderten und veredelten und so in der glücklichsten Mischung den griechischen Character zur möglichsten Vollendung erhoben.

Hauptsächlich in diesem eigenthümlichen Grundverhältnisse mag es liegen, dafs, nachdem früher der überwiegende ionische Geist die ebenfalls hier sehr mitwirkend gewesene freie Verfassungsart hervorgerufen hatte, nun um die gegenwärtige Zeit, wo die innige Verschmelzung der verschiedenartigen Elemente vollendet sein mochte, Athen alle andern überstrahlte, und die fähigsten Staatsmänner *(Themistokles, Cimon, Perikles)*, die weisesten Philosophen *(Socrates, Plato)* und die berühmtesten Künstler in solcher Zahl in seinen Mauern vereinigte, wie sie fast kein anderes Volk in seiner ganzen Entwickelungszeit aufzuweisen hat.

Was blieb denn aber, da doch alles Wesentliche feststand, in der Baukunst noch zu thun übrig? Allerdings wenig; aber dies Wenige war dennoch von hohem Werthe: der letzte Hauch der Vollendung, welchen nur die attische Grazie verleihen konnte! Die atheniensischen Bauwerke aus jener Zeit: der Theseustempel, die Propyläen, das Parthenon, auch die Tempel zu Eleusis u. s. w. sind eben diejenigen, an welchen nicht die unbedeutendste Veränderung, nicht die leiseste Abweichung von den Profilen in den kleinsten Theilen vorgenommen werden dürfte, ohne an Schönheit zu verlieren; und gewifs war dies für das feine Auge der Griechen noch mehr nöthig als für das unsrige.

Es war natürlich, dafs sich die gesteigerte Kunstthätigkeit zunächst in der Baukunst äufserte; es war Bedürfnifs, die zerstörten Wohnsitze und Heiligthümer wieder aufzurichten. Aber die andern Künste blieben nicht

zurück. Um dieselbe Zeit meifselte *Phidias* seine ernst-erhabenen, *Polyklet* seine anmuthigen Götterstatuen, dichtete *Aeschylus* seine gewaltig erschütternden, *Sophokles* seine gemüthlichen, künstlerisch vollendeten und *Euripides* seine zierlichen, schon etwas überreifen Tragödien. Nichts kann deutlicher als diese drei grofsen Dramatiker den unglaublich raschen Entwicklungsgang der Kunst bei den Griechen jener Zeit beweisen. Der kurze Zeitraum von etwa 90 Jahren (von *Aeschylus* Jugend bis zu *Euripides* Tode (500—407 v. Chr.)) genügte schon zur Erschaffung und vollkommenen Ausbildung der Tragödie, bis zum Beginn des Sinkens; was freilich selbst damals nur dadurch möglich wurde, dafs die Dichtkunst überhaupt schon früher ihre reichen Blüthen entfaltet hatte *). *Aeschylus* war der Schöpfer der Tragödie: „Sein Styl (das Wort im Sinne der bildenden Kunst genommen, nicht blofs auf die Schreibart angewandt), ist grofs, „strenge und nicht selten hart; im Styl des *Sophokles* findet sich vollendetes „Ebenmaafs und harmonische Anmuth; der Styl des *Euripides* ist weich „und üppig, ausschweifend in seiner leichten Fülle; er opfert das Ganze „glänzenden Stellen auf."

Man hat passend *Aeschylus* den *Phidias*, *Sophokles* den *Polyklet* und *Euripides* den (freilich spätern) *Lysippus* der dramatischen Kunst genannt: sollte nicht auch die Baukunst mit in diese Parallele gezogen werden können? Es scheint nahe zu liegen, hierbei an den dorischen, ionischen und korinthischen Baustyl zu denken; aber nein! damit würden wir dem ächt-griechischen *Sophokles* grofses Unrecht thun. Es findet sich für seine Arbeiten ein passender Vergleich in dem in jeder Hinsicht vollendeten Parthenon; *Aeschylus* würde sich vielleicht mit dem Baumeister des Tempels zu Korinth oder wahrscheinlich eines noch ältern Werkes, wenn uns ein solches zu schauen vergönnt wäre, parallelisiren lassen, während des *Euripides* zierliche Werke (da der dorische Styl selbst unter den Römern nur verdorben, nicht überziert werden konnte,) mit dem Erechtheion, oder noch mehr mit dem choragischen Monument des *Lisykrates* zu vergleichen sein möchten.

---

*) S. *Schlegel*, über dramatische Kunst und Litteratur.

§. 78.

Fortsetzung. Spuren des Verfalls.

Wir haben oben darauf hingedeutet, dafs in dieser Periode der höchsten Blüthe sich bereits einzelne Spuren des beginnenden Verfalls nachweisen lassen.

Die unbedeutenden Abweichungen, welche sich an den spätern dorischen Bauwerken aus dieser Periode finden, z. B. das veränderte wellenförmige Profil der Sima, statt des frühern Wulstes; die Fortführung der Sima über die Längenfronten; der mehr und mehr einer geraden Linie sich nähernde obere Schlufs der Triglyphen; die abweichende Cannelurenzahl am Tempel der Athenä Sunias (der Tempel zu Pästum mit 24 Canneluren kommt weniger in Betracht, da er nicht in Griechenland selbst liegt und auch einer frühern Periode anzugehören scheint); das vorkommende Untergesims u. s. w. mögen wir hier übergehen, indem davon später die Rede sein wird; Einiges davon mag sogar als Verbesserung angesehen werden. Es liegt uns besonders ob, den allgemeinen Zeichen und Ursachen des spätern Verfalls in dieser frühen Zeit nachzuspüren.

Wo anders sollten wir aber den endlichen Grund davon aufsuchen, als in der Veränderung des Volks-Characters? Dafs sich in der gewaltigen Aufregung nach den Perserkriegen und in Folge der nähern Bekanntschaft mit Klein-Asien, neben der Ausbildung der edleren Eigenschaften, zugleich fremdartige Keime in den griechischen Character einschlichen: dafs die frühere republicanische Einfachheit nicht ferner bestehen konnte und der nüchterne Sinn der sich selbst überlassenen Griechen von dem fremden Gifte der Prachtliebe und Neuerungssucht angesteckt werden mufste, war unvermeidlich; den sprechendsten Beweis davon liefert die Veränderung in den innern Verhältnissen der Spartaner. Wenn selbst die beispiellos strenge Lykurgische Verfassung, deren Söhne noch bei Termopylä den glorreichsten Nachruhm sich erwarben, dem neuen Geiste und den neuen Lastern nach und nach weichen mufste, so dürfen wir uns nicht wundern, wenn die übrigen Griechen, namentlich die Athener, bald ganz aufhörten, Griechen im ächten Sinne des Worts zu sein.

Die Zeichen dieses veränderten und verderblichen Geistes in der Kunst finden wir, so befremdend es scheinen mag, nicht etwa gegen das Ende der Periode, sondern schon an einigen der schönsten Gebäude aus

der Perikleïschen Zeit. Mag unsere Ansicht noch so viele und noch so grofse Gegner finden (obgleich sie jetzt nicht mehr so isolirt dastehen dürfte als es früher der Fall gewesen sein möchte), wir können nicht umhin,

1. Die übermäfsig zunehmenden Breitenverhältnisse der Giebelfronten;
2. Die Verpflanzung des ionischen Styls nach dem Mutterlande;
3. Die bald darauf eingetretene Anwendung beider, des dorischen und des ionischen Styls an demselben Gebäude;
4. Die Anwendung der Wandpfeiler, Halbsäulen und Karyatiden;
5. Besonders aber die Einführung der korinthischen Säule als die ersten, zugleich aber entscheidenden Schritte zum beginnenden Verfalle zu bezeichnen; wenn gleich noch eine geraume Zeit hindurch Gebäude, die als Muster des reinen griechischen Styls dienen können, gebaut wurden, und wir einem theilweisen Fortschreiten der griechischen Kunst selbst noch in der folgenden Periode begegnen werden.

1. Das Verhältnifs der Breite zur Höhe, wenn gleich dasselbe hier aus einem ganz andern Gesichtspuncte zu betrachten ist, als bei den ältesten Völkern, mufste doch bei Gebäuden gleicher Art und Construction, wie es die griechischen Tempel sind, in gewissen Grenzen eingeschlossen bleiben, zumal bei den Haupt- oder Giebelfronten, weil hier die Höhe des untern Theils bis zum wagerechten Gesims, wie fast alle andere Dimensionen, aus der Säulenstärke bestimmt wurden, die Höhe des Dachgiebels aber unabhängig davon sich nach der Breite der Front richtete, eine zu grofse Breite mithin den wesentlichen Nachtheil hatte, dafs die volle Masse des obern Dachgiebels für den untern tragenden Säulen-Peristyl zu schwer wurde. Die frühere Tempelform *in antis* und der viersäulige Prostylos zeigen für das geforderte griechische Gleichgewicht fast zu viel Höhe, oder zu wenig Breite; mit Freude erblickt man daher in den sechssäuligen Tempeln einen wesentlichen Fortschritt; auch der Oktastylos (Parthenon) mag, als äufserste Grenze der Breite, noch schön genannt werden; der Dekastylos aber, (wie der Apollo-Tempel zu Milet), besonders aber der zwölfsäulige Peristyl vor dem Einweihungstempel der Ceres zu Eleusis, machen offenbar einen unangenehmen, schwerfälligen Eindruck. Es mufs jedoch bemerkt werden, dafs beide Beispiele vielleicht erst dem Anfange der folgenden Periode angehören (nach *Vitruv* wurde die Säulenhalle dem Tempel der Ceres erst um 320 — 306 v. Chr. hinzugefügt) und dafs bei dem ionischen Apollotempel das Mifsverhältnifs durch die gröfsere Säulenhöhe

und das ausnahmsweise niedrige und leichte Gebälk, freilich auf Kosten der Schönheit der Seitenfronten, fast aufgehoben wird.

2. Daraus, dafs wir die Entstehung des ionischen Styls in Klein-Asien als einen Ausflufs des abweichenden Characters der dortigen ionischen Griechen gerechtfertigt fanden (§. 76.), folgt unmittelbar, dafs, und warum er im Mutterlande nicht angewendet werden durfte. Hat man sich einmal mit dem Character der Griechen und ihrer Architektur, d. h. dem dorischen Style, und mit der daraus hervorgegangenen Gleichförmigkeit aller Gebäude einerlei Art (welche übrigens an den wenigen noch vorhandenen, ihres Farbenschmuckes beraubten Ruinen gröfser scheinen mag, als zu jener Zeit, wo so manches jetzt Fehlende den einen Tempel von dem andern, besonders für das zarte, griechische Auge unterscheiden mochte) befreundet, so kann man nicht umhin, die Anwendung der, wenn auch verwandten, doch immer fremdartigen und sogar an sich weniger schönen und begründeten Formen, neben den einheimischen altherkömmlichen, welche ja, so lange die Griechen selbst sich nicht änderten, allen Erfordernissen vollkommen genügten, für überflüssig und verderblich zu erklären. Noch weniger wird man sich verleiten lassen, in einer solchen Vermehrung der Bauformen einen Fortschritt zu sehen, wenn auch den Athenern, welche wahrscheinlich unter den Griechen des Mutterlandes zuerst ionisch baueten (z. B. den Tempel am Ilissus), ihre Abstammung und Hinneigung zum ionischen Character, wenn nicht zur Rechtfertigung, doch zur Entschuldigung dienen mag, und wenn es auch nicht zu verkennen ist, dafs es dem attischen Kunstsinn vorbehalten war, dem ionischen Styl (am Erechtheion) eine zwar abweichende, aber weit vollendetere Gestaltung zu geben.

3. Entschiedener noch, als die Erbauung ganzer Gebäude im ionischen Styl, mufs die Anwendung beider Säulenordnungen (diese sonst unpassende Benennung ist hier allerdings richtig,) an einem und demselben Gebäude getadelt werden; und dennoch kommt sie bereits an den so schönen Propyläen zu Athen, welche nach der Vollendung des Parthenon in den Jahren 437—432 gebauet wurden, an deren Nachbilde, den Propyläen zu Eleusis, am Tempel des Apollo-Epicurius zu Phigalia u. a. vor. Mag man auch mit Recht anführen, dafs das Innere, wo die ionische Ordnung bei den vorbenannten Gebäuden ausschliefslich angebracht wurde, leichter und gefälliger gestaltet sein durfte und mufste, als das Aeufsere,

so hatte man doch zu diesem Zweck das bei dem innern Peristyl des Parthenon mit grofsem Glück angewandte Mittel einer beliebig leichtern Gestaltung der dorischen Säule, und es fehlte mithin zu dem andern Verfahren der vollwichtige Grund, während auf der andern Seite die ganz verschiedenartigen Principe beider Baustyle jeder Vereinigung entschieden widerstrebten. Auch sehen wir sehr bald das Extrem erreicht. Der prachtvolle Tempel der Minerva Alea zu Tegea, welcher nach *Pausanias* (VIII, 45) um 395 v. Chr. durch Scopas erbaut ist, hat *aufsen* eine *ionische, innen* eine *dorische* und noch eine korinthische Säulenstellung. *Pausanias* sagt: „Eine dreifache Reihe von Säulen geben dem Gebäude eine besondere Schönheit; die erste ist von der dorischen, die andere von der korinthischen und die auswendige von ionischer Ordnung." — *Stieglitz* und Andere setzen voraus (was indefs aus den angeführten Worten nicht unmittelbar folgt), dafs die korinthische Ordnung auf der dorischen gestanden und so den Hypäthros gebildet habe; wäre dies, so würde auch noch der doppelten Säulenstellungen übereinander, von denen später noch besonders die Rede sein wird, als Zeichen des beginnenden Verfalls zu gedenken sein. Auch in dem schon erwähnten Tempel zu Phigalia, vom Iktinos, dem Erbauer des Parthenon, kommt bereits eine einzelne korinthische Säule vor und die ionischen Säulen sind sogar nur Halbsäulen vor den Stirnen weit vortretender Pfeiler.

4. Eine strenge Critik ferner kann die Anwendung der Karyatiden am Pandrosion auf der Akropolis zu Athen, so wenig als die Telamonen billigen, welche *(si fabula vera)* nach den vereinigten Nachrichten von *Pausanias* und *Vitruv* an der aus der Kriegsbeute erbauten persischen Halle auf dem Markte zu Sparta, auf den Säulen errichtet waren und das Dach stützten.

Wir übergehen hier, wie an andern Orten, ein sonst hierhergehöriges Beispiel aufserhalb Griechenlands, den Tempel des Zeus zu Agrigent, welcher aufsen an den Zellenmauern Halbsäulen und, correspondirend damit, im Innern Pilaster hat, auf welchen 25 Fufs hohe Colossen in gezwungener Stellung, mit vorgestreckten Armen, die Decke stützten. Gegen solchen Unsinn sind die leicht und frei tragenden, wohlgebildeten Karyatiden am Pandrosion, Muster des reinsten Kunststyls. Wenn es übrigens wahr ist, dafs die von jenen Colossen aufgefundenen Bruchstücke den ältern sogenannten äginetischen Styl (aus der Zeit vor Phidias) tragen, so

beweiset dies nur, wie weit man in den fernen Colonialstädten gegen das Mutterland zurück blieb, und daſs wir daher mit gutem Grund vorsichtig gegen die Beispiele von dorther sein müssen. Denn daſs jener Tempel des Zeus aus so früher Zeit sei, ist durchaus unwahrscheinlich, und man muſs annehmen, daſs der ältere Styl in Agrigent noch zur Perikleïschen Zeit und noch später üblich war; denn natürlich war es leichter, einzelne neue Ideen, von denen man Nachricht erhalten mochte, nachzuahmen, als in der Arbeit selbst sich wie in dem Mutterlande zu bessern. Uebrigens hat man in Griechenland selbst auch in noch spätern Zeiten sich zu solchen Verzerrungen nicht verirrt.

Den menschlichen Körper zur Säule oder Stütze dienen zu lassen, ist an sich Unsinn. An Geräthen, wo bereits in sehr früher Zeit dergleichen Bildungen vorkamen, möchte es, besonders wenn die Last nicht zu groſs ist, nicht zu tadeln sein. Geräthe werden ja auch von Menschen wirklich getragen: bei Gebäuden aber wurde zugleich der architektonische Character aufgeopfert. *Herodot* (IV. 125) erwähnt eines Mischkruges von Erz, von drei knieenden, 7 Ellen hohen Colossen gestützt, welchen die Samier in Folge einer gewinnbringenden Handelsreise nach Spanien (wohin sie verschlagen waren,) weiheten; welches Ereigniſs nach *Larchers* Chronologie des *Herodot* etwa um 640 v. Chr. fällt.

Freilich lassen sich die Karyatiden am Pandrosion mit der geringen Gröſse dieses unbedeutenden Anbaues am Erechtheion, mit der Leichtigkeit der Architektur und der absichtlichen Abweichung von den gewöhnlichen Constructionen (dahin gehört der mangelnde Fries, die Brüstungsmauer, auf welcher die Figuren stehen und das wagerecht umlaufende Gesims ohne Giebel,) einigermaaſsen entschuldigen *). Mag aber auch der gebildete Kunstsinn der Athener sich in dieser subtilen Unterscheidung von der glänzendsten Seite zeigen: das Ganze blieb ein gewagter Versuch und ein verderbliches Beispiel, wenn gleich uns keine weitere Nachbildung aus griechischer Zeit bekannt geworden ist.

---

*) In der von *Stuart* gelieferten prospectivischen Zeichnung sieht man zwar über dem wagerechten Gesimse noch Reste von Mauerwerk, welche jedoch schwer zu deuten sind. Da in den geometrischen Ansichten nichts davon vorkommt, auch eben so wenig im Texte etwas darüber gesagt ist, so mag man dieses Mauerwerk für einen spätern Zusatz halten. Eine Attike, welche es gewesen sein müſste (denn es findet sich nicht auf der Giebelseite,) läſst sich hier schwerlich erwarten.

Das Erechtheion, welches nach einer aufgefundenen Inschrift im Jahre 407 v. Chr. als ein durch die kriegerischen Unruhen unterbrochener Bau unvollendet dastand und wahrscheinlich wohl vor dem peloponnesischen Kriege oder zu dessen Anfang begonnen war, hat noch ein anderes, fast noch deutlicheres Merkmal der Verfallzeit aufzuweisen, nemlich die innern Pilaster und die äufsern Halbsäulen am westlichen Giebel. Dafs eine solche Relief-Architektur (wie *Hübsch* sie mit Recht nennt,) durchaus verwerflich ist, bedarf kaum der Erörterung.

5. Eine baldige Folge von Einführung des ionischen Styls und von noch einer weit verderblicheren Wirkung desselben war die Erfindung der korinthischen Säulenordnung, oder eigentlich des korinthischen Capitäls; denn nur in dem Capitäl, in den sogenannten Sparrenköpfen des Gesimses und allenfalls in der ausschliefslichen Anwendung der attischen Base, unterscheidet sich die korinthische Ordnung von der ionischen. Die letztere hatte doch noch eine, wenn auch fremdartige, doch immer verwandte Begründung, und eine Entwicklung von innen heraus gefunden: das korinthische Capitäl dagegen war (mag es nun, wie *Vitruv* erzählt, dem mit Akanthus umwachsenen, von *Kallimachus* zufällig auf einem Grabe gefundenen Korbe, oder, wie Andere glauben, dem in seiner Einfachheit ungleich schönern ägyptischen Polinen-Capitäle nachgebildet sein,) ein reines Erzeugnifs der Willkür, eine völlig bedeutungslose Form, welche dann auch eben deshalb ohne wesentlichen Einflufs auf die übrigen Theile der Säule und des Gebälks blieb. Es soll hiemit der korinthischen Säule nicht gradezu ein allgemeines Verdammungs-Urtheil gesprochen werden. Die reiche, zierliche und gefällige Form, besonders mancher ältern Monumente, welche sie gewährte, war zu manchen Bauwerken nicht unpassend; und den mehrsten andern Völkern würde eine solche Erfindung zur grofsen Ehre gereicht haben: allein die Griechen, welche ihren eigenthümlichen dorischen Baustyl so ganz consequent aus dem Innern heraus gebildet und dabei in der ästhetischen Darstellung der statischen Bildungsgesetze das Höchste geleistet hatten, was in solcher Beziehung überhaupt zu leisten möglich war, und die bis dahin mit nüchterner Besonnenheit sich aller willkürlichen Formen streng enthalten hatten, konnten eine so bedeutungslose Form nur dann erst belieben, als sie dem einfachen, ächt künstlerischen Geiste der ältern Zeit zu entsagen anfingen.

Die Zeit der Einführung des korinthischen Capitäls ist noch unge-

wifs. Man hat das früheste Beispiel davon in der Cella des Apollo-Tempels zu Phigalia (um 430 v. Chr. errichtet,) gefunden. Es ist jedoch nicht als erwiesen anzunehmen, dafs dieses Capitäl der Zeit des Tempelbaues angehört; vielmehr spricht das Fremdartige der Stellung für die Vermuthung einer spätern Aufrichtung. *Vitruv* schreibt, wie schon erwähnt, die Erfindung dem *Kallimachos* zu, welcher gegen Ende des peloponnesischen Krieges gelebt zu haben scheint. Damit übereinstimmend finden wir die korinthische Ordnung von *Pausanias* zuerst erwähnt an dem schon citirten Tempel der Minerva Alea zu Tegea (395 v. Chr.), jedoch ohne dafs *Pausanias* dabei erwähnt, dafs dieser Tempel das erste Beispiel dieser Bau-Art sei.

Die Willkür und Inconsequenz bei der Bildung des korinthischen Capitäls spricht sich auch historisch dadurch aus, dafs im Anfange seiner Entstehung und bis zu der Zeit der Römer hin, die verschiedenartigsten Versuche bei seiner Formation gemacht wurden, während das dorische und ionische Capitäl vom Anfange an ihren bestimmten Typus hatten, welcher gleichwohl im Einzelnen viele Variationen gestattete. Dabei darf aber nicht unerwähnt bleiben, dafs alle jene verschiedenen Bildungen des korinthischen Capitäls bei den Griechen ungleich schöner sind, als das steife geschnörkelte Ding, zu welchem es später die Römer und unter diesen *Vitruv* machten. Wenn einmal eine Abweichung von der alten einfachen und tiefbegründeten Säulenform und die Anwendung willkürlicher Formen gestattet sein sollte, so war es bei weitem vorzuziehn, der Phantasie einen ganz freien Spielraum zu lassen, als die willkürliche Form noch durch willkürliche Regeln einzuengen.

§. 79.
Vierte Periode (337—146).

Die makedonische Oberherrschaft war nach der langen Erschöpfung des Volks am Ende der vorigen Periode, vielleicht eine Wohlthat. Der Verlust der Freiheit war nicht Ursach, sondern Folge des entarteten Volksgeistes; auch waren die Verhältnisse ganz andere als die gewöhnlichen. Nicht allein, dafs die innere Freiheit der griechischen Staaten wenig angetastet wurde: der staatskluge Philipp hatte auch seine lange vorbereitete Eroberung damit angefangen, sich griechische Bildung anzueignen; und mehr noch strebte der Pracht und Kunst liebende Alexander danach, ein Grieche

zu sein und griechische Bildung und Kunst in dem eroberten weiten Reiche allgemein zu verbreiten. Es ist bekannt, wie eifrig er bemüht war, die Wieder-Errichtung der in Klein-Asien und selbst in Aegypten von den Persern zerstörten Denkmäler zu befördern, und wie sehr er danach geizte, auch in dieser Beziehung seinen Ruhm auf die Nachwelt zu bringen. Dafs er den Ephesiern die Erstattung aller ihnen schon erwachsenen und noch benöthigten Kosten der Wieder-Erbauung ihres vom Herostratos in Alexanders Geburtsnacht niedergebrannten berühmten Dianen-Tempels versprach, wenn es ihm, wie es zu Priene geschehen war, gestattet würde, seinen Namen als den des Weihenden auf den Tempel zu setzen, zeigt uns den Werth, den Alexander auf eine Auszeichnung setzte, welche oft griechischen Bürgern zu Theil geworden war; und dafs dieses freigebige Anerbieten ausgeschlagen werden konnte, beweiset zugleich, wie wenig die geistige Freiheit der Griechen beschränkt war. Hätte Alexanders Weltreich Bestand haben können, so würde es nur den Namen von Makedonien, den Geist aber von Griechenland getragen haben.

Nachtheiliger waren die folgenden Zeiten. Nach der Zerstückelung von Alexanders Reiche, nach seinem Tode (323 v. Chr.), blieb Griechenland in näherer Verbindung mit Makedonien und war abwechselnd frei und unterjocht. Doch auch während dieser Zeit traten glückliche Momente ein. Die zehnjährige Herrschaft des Demetrius Phalerus war vielleicht die glücklichste Periode dieses Staates. Nachdem die griechischen Staaten in dem 310 v. Chr. geschlossenen Frieden für frei erklärt waren, sprach sich die wiedererwachte Freiheitsliebe in der Erneuerung des alten achäischen Bundes (285) aus; es loderten bei dem unerwarteten Raub-Einfalle der Gallier unter Brennus, welche bis Delphi vorgedrungen waren, die Flammen der alten Begeisterung noch einmal kräftig auf; ein glänzender Sieg verscheuchte die fremden Unholde. Aber sofort auch entbrannten die alten einheimischen Fehden zwischen dem achäischen und dem ätolischen Bunde. Sie endeten mit einer abermaligen Unterwerfung unter Makedonien, welches vom Aratus, dem Anführer der Achäer gegen den Spartaner Kleomenes III., der die Wiederherstellung der Lykurgischen Verfassung mit augenblicklichem Erfolg versucht hatte und die Existenz des achäischen Bundes bedrohete, zu Hülfe gerufen worden war. Bald darauf begann der verderbliche Einflufs der Römer, welche, um Makedonien zu unterjochen, erst mit einzelnen Staaten, darunter Athen, Rhodus, dann mit Aetolien

Bündnisse schlossen, nach erreichtem Zwecke die Griechen zwar für frei erklärten (196), dann aber mit ihrer schlauen Politik die inneren Verhältnisse zu verwirren und sich überall heimlich Anhang zu verschaffen wufsten, bis sie stark genug waren, die Maske abzuwerfen, und dann, als die Griechen sich noch einmal zum gewaltsamen Widerstande aufrafften, nach der Eroberung und Verwüstung Korinths und anderer Städte, Griechenland für eine römische Provinz erklärten.

Es scheint indefs, als ob die gröfstentheils unglücklichen politischen Begebnisse seit Alexanders Tode keinen so nachtheiligen Einflufs auf die Kunst geübt haben, als man erwarten sollte. War doch auch die frühere Geschichte Griechenlands durch fortwährende Kämpfe bezeichnet: und dennoch entstand in den kurzen Zwischenräumen der Ruhe, die nicht länger und häufiger waren als jetzt, ein Gebäude nach dem andern, und jedes mit neuen Reizen geschmückt, jedes einen neuen Schritt auf der Bahn der Vervollkommnung bezeichnend. Ganz insbesondere war aber die Zeit unter Alexander die Zeit allgemeiner Verherrlichung der griechischen Kunst; und wohl hätte das stolze Bewufstsein des zeitigen Primats in einem grofsen Reiche, bei innerer Freiheit und äufserer politischer Ruhe, die Griechen über den Verlust der Unabhängigkeit trösten und die Vereinigung ihrer Bestrebungen auf der Bahn der geistigen Vervollkommnung hervorbringen können. Auch entwickelte sich wirklich unter Alexander eine überaus reiche Kunstthätigkeit. Die Bildhauer *Praxiteles* und *Lysippus* und der Maler *Apelles* waren nur die ersten unter vielen andern, zum Theil fast eben so berühmten Meistern, und die grofse Anzahl von Kunstschätzen, welche nach der Zerstörung und Plünderung durch die Römer zu *Pausanias* Zeit (100 n. Chr.) noch in Griechenland und namentlich in Athen vorhanden waren, beweiset am besten, dafs Meifsel und Pinsel in der ganzen Zeit von den Perserkriegen her nur selten geruhet haben können.

Die Namen *Lysippus* und *Apelles* erinnern daran, dafs der höchste Flor der Bildhauerkunst und Malerei gewöhnlich zur Zeit Alexanders angenommen wird *). Warum fällt nun der der Baukunst viel früher? *Erstens:* die Baukunst hat ungleich früher begonnen als die Bildhauerkunst; die Malerei aber, welche von den mit natürlichen Farben angestrichenen Reliefs ausgegangen sein mag und diesen Ursprung in dem Mangel der

---

*) *H. Meyer,* Geschichte der bildenden Künste bei den Griechen.

eigentlichen Prospection auch nie ganz verleugnete, trat noch später auf. *Zweitens* ist es noch die Frage, ob jene Zeitbestimmung so unbedingt richtig sei. Dafs *Apelles* seine Vorgänger in jeder Beziehung überstrahlte, mag eben so wahr als aus obigen Gründen wahrscheinlich sein; — wie denn überhaupt die Griechen in der Malerei gewifs nicht eine so hohe Stufe erstiegen haben, als in den andern bildenden Künsten. Rücksichtlich der Plastik aber darf nicht übersehen werden, dafs die Fortschritte, welche die Kunst von *Phidias* und *Polyklet* an (in der zarten Ausführung, in der Annäherung zum Natürlichen u. s. w.) machte, im Grunde zweideutiger Art waren, und dafs das, was dadurch an äufserer Schönheit gewonnen wurde, vielleicht an innerer Schönheit verloren ging. Wir dürfen nicht vergessen, dafs die Alten, deren Stimmen wir darüber vernehmen, selbst nicht mehr ächte Griechen waren. *Drittens.* Auch in der Baukunst findet ein ähnliches Verhältnifs statt; nur dafs die Schattenseite schärfer hervortritt. Es wird Niemand die unübertreffbare Schönheit des zarten Schmuckes am Monument des Lisykrates und an andern Gebäuden jener Zeit, aber eben so wenig die höhere Schönheit der ältern Gebäude in Absicht des Ganzen leugnen wollen. Die ernste Baukunst ertrug die frivole Verfeinerung weniger, als die Schwesterkünste.

Um den Character der gegenwärtigen Periode mit wenigen Worten zu bezeichnen, ist zu bemerken, dafs der ionische und korinthische Baustyl unter Alexander ihre höchste Ausbildung erhielten, der dorische aber, d. h. also die ächt-griechische Baukunst verwahrloset, vergessen und verunstaltet wurde, während am Ende der vorigen Periode, wie wir gesehen haben, bereits der Grund zu dieser Entartung gelegt war, ohne dafs jedoch damals schon eine nachtheilige Rückwirkung auf den dorischen Styl bemerklich geworden wäre. Es bedarf kaum noch der Erinnerung, wie sehr diese neue Kunstrichtung in dem veränderten Volksgeiste begründet war.

Nach *Vitruv's* Sage war es unter mehreren andern Baumeistern *Hermogenes,* der Erbauer des Bachus-Tempels zu Teos, welcher den altherkömmlichen dorischen Styl für unwürdig zu Tempeln erklärte. Das stimmt denn sehr wohl damit überein, dafs *Hermogenes* der Erfinder des Pseudodipteros bei Erbauung des Dianen-Tempels zu Magnesia war, der durch Weglassung der innern Säulenreihe an *Mühe und Kosten sparen sollte,* ohne dem Ansehn Abbruch zu thun. Wir wollen dem *Hermogenes* nicht Unrecht thun, sondern annehmen, dafs sein Pseudodipteros nichts weiter war

und sein sollte, als ein Peripteros mit breiterem Umgange, und daſs seine und der übrigen Baumeister Vorliebe für den ionischen Styl nur aus dem asiatisch-ionischen Character folgte, welcher der ihrige war. Gewiſs aber ist es, daſs sich ähnliche Ansichten bald auch über das Mutterland, zum Verderben der wahren Kunst, verbreiteten.

Es finden sich unter den Ruinen Griechenlands sehr viele unvollendete dorische Gebäude (zu Eleusis, Rhamnus u. a. a. Orten), welche, dem Style nach, noch der vorigen Periode angehören. Mögen diese Baue auch zunächst durch Kriege unterbrochen worden sein, so würde man sie doch wohl späterhin vollendet haben, wenn nicht die unterdeſs erwachte Vorliebe für die ionische und korinthische Bau-Art solches verhindert hätte. Wurden nun auch jetzt, und selbst späterhin, und wieder noch aus besondern Gründen, dorische Bauwerke errichtet, so zeigt doch das Beispiel des Porticus des Königs Philipp von Makedonien auf Delos unläugbar, wie weit dieser ursprünglich alleinige griechische Baustyl in der jetzigen Periode bereits gesunken war. Die überschlanke Form der Säulen; die niedrigen Capitäle, mit dem nach geraden Linien profilirten Echinus; die weite Säulenstellung zu drei Metopen (die *Stuart*sche Zeichnung liefert freilich nur eine Säulenweite, und diese könnte zufällig die mittlere sein; es fanden sich aber in den Ruinen drei Architravstücke von derselben Länge: ein Beweis, daſs alle Säulenweiten so groſs waren); das niedrige Gebälk, besonders der niedrige Architrav; die fortlaufende Sima, in Form einer steigenden Welle u. s. w., sind nicht bloſs einzelne Verirrungen, sondern das Ganze giebt ein durchgreifendes Verderbniſs, einen völligen Fehlgriff zu erkennen. Man möchte sich versucht fühlen, in diesem Monumente schon das Grabdenkmal der dorischen oder der ächt griechischen Baukunst zu sehen: später ist mitunter kaum noch mehr eine Spur davon vorhanden. Hiervon mögen zwei Beispiele angeführt werden: das um 320 v. Chr. errichtete choragische Monument des Thrasyllus, und die dorischen Säulchen in dem 160 v. Chr. erbaueten Thurm der Winde zu Athen. An dem ersten ist die Schlankheit der Pfeiler, besonders des freistehenden Mittelpfeilers, von fast 14 Durchmesser Höhe, ihre weite Entfernung, die geringe Höhe des Gebälks, der sehr niedrige, statt der Triglyphen mit Lorbeerkränzen geschmückte Fries, das Gesimsprofil, die aufgesetzte Attike, mit ihrem verhältniſsmäſsig schweren Gesimse, auffallend; jedoch muſs bemerkt werden, daſs, nach Ort und Bestimmung, hier von keinem eigentlichen Ge-

bäude, sondern nur von einer Grotten-Façade die Rede ist, wo eine freie Behandlung vollkommen an ihrer Stelle war, so daſs bei den zierlichen Profilen die willkürliche Gestaltung, welche fast die Mitte zwischen dem dorischen und ionischen Styl hält, ihre Rechtfertigung findet, und mehr die Aehnlichkeit als die Abweichung zu tadeln ist. Dagegen sind die oben im Windthurm angebrachten dorischen Säulchen, von nur 3 F. 8 Zoll Höhe bei 9 Zoll Durchmesser und 7 Fuſs 4 Zoll Entfernung, mit 24 versenkten Stäben statt der Canneluren, dem hohen, wenig ausladenden Capitäle ohne Hals, dessen Echinus mit seinen runden Ringen wie gedrechselt aussieht, mit dem 1 Fuſs 9 Zoll hohen Gebälk, dem glatten vortretenden Friese, dem flachen, nur aus schrägem Abschnitte und Platte bestehendem Gesimse — wahre Miſsgestalten.

Ueber die folgenden Zeiten, welche bei den Römern zu betrachten sind, mag hier die flüchtige Bemerkung genügen, daſs sich zwar in den griechischen Provinzen die Kunst auch fernerhin durch zartere Behandlung vortheilhaft auszeichnete und einige characteristische Eigenthümlichkeiten festhielt, diese aber nicht so wesentlich sind, um fortan die griechische Kunst als selbstständig von der Betrachtung der römischen abzusondern.

Wir wenden uns nun zu den einzelnen Bestandtheilen der griechischen Baukunst; wobei wir vorzugsweise die Zeit der Blüthe im Auge behalten.

A. Die Hauptgestaltung.

§. 80.
Der Tempelbau.

Auſser dem Tempel selbst war das nächst umliegende Gebiet dem Gotte heilig, und gewöhnlich, wenn auch nicht immer, mit einer Mauer umschlossen, welche auch wohl mehrere Tempel auf demselben Hofe vereinigte. Längs dieser Mauern, die mit Gemälden geschmückt und mit einem Gesims bedeckt waren, wurden häufig offne Säulengänge, diese Lieblings-Construction der Griechen, an die Inseite angelehnt. Der freie Raum im Tempelgebiete wurde mit Altären, Statuen und sonstigen Denkmälern ausgeschmückt. Auch von heiligen Hainen waren oft die Tempel

umgeben (z. B. der Tempel des Zeus Nemeus zwischen Argos und Korinth, der Tempel des Aesculap zu Epidaurus u. a.); welche Haine dann ebenfalls zum Tempelgebiete gehörten. Wo die Stadt eine Burg oder Akropolis hatte, die stets hoch lag, wurden gewöhnlich die Haupttempel dort erbaut; in welchem Falle dann die Burgmauer zugleich die Mauer des Tempelgebietes war und prachtvolle Propyläen, von denen im folgenden Paragraph die Rede sein wird, den Zugang bildeten.

Die Tempel selbst waren einfache, parallelopipedische Gebäude, von den verschiedenartigsten Dimensionen und Verhältnissen. Wir wollen, so wenig auch die Regeln *Vitruv's,* wie überall so auch hier, Anwendung auf die Monumente zulassen, die von demselben eingeführten Namen der verschiedenen Tempelgattungen ihrer Allgemeinheit wegen beibehalten und jede Gattung für sich, und zwar zuerst die Grundrifsform betrachten.

1. *In antis.*

Diese Form ist die einfachste; Beispiele davon zeigen uns der Tempel der Diana propyleia zu Eleusis; der kleinere Tempel der Nemesis zu Rhamnus (von *Stuart* irrthümlich Themis-Tempel genannt) und ein Tempel zu Myos. Die Cella (Naos), von vier Mauern umschlossen, ist in den genannten Beispielen theils ein Quadrat, theils ein Rechteck, etwa anderthalb mal so lang als breit. Fenster sind nie vorhanden. Das einzige Tageslicht fällt durch die in der schmalen Seite nach Osten angebrachte, wie es scheint durch einen Vorhang verschlossen gewesene Thür ein, während auch in den alten Schriftstellern häufig einer Ampelbeleuchtung erwähnt wird; wahrscheinlich aber brannte nur eine Ampel vor der Bildsäule des Tempelgottes, welche eine ähnliche Bedeutung wie die ewige Lampe in katholischen Kirchen haben mochte, so dafs diese künstliche Erleuchtung ebenfalls nur sehr mäfsig war. Vor der Cella lag die Vorzelle (Pronaos). Sie wurde durch die verlängerten Seitenmauern der Cella, welche in Stirnpfeilern (Anten) endeten, begränzt und blieb nach vorne offen, wo zwischen den Anten zwei Säulen das Gebälk und den Giebel unterstützten. Die so entstehenden drei Eingänge zur Vorhalle waren (wovon sich noch Spuren zeigen) mit Gitterwerk geschlossen: ob alle drei Gitter oder nur das mittlere Thüren waren, ist nicht bekannt. — Der Tempel der Diana hat noch nach Westen eine Nachzelle (Opisthodomos).

Es wird allgemein angenommen, dafs diese Tempelform die älteste gewesen sei. Es hat aber daran gewifs die Nachzelle gefehlt. Die oben angeführten Beispiele sind freilich nicht aus so früher Zeit, (ein Beweis, dafs auch später noch in antis gebauet wurde;) doch enthält der kleine Tempel zu Rhamnus mehrere Andeutungen, welche auf das Alterthum zurückweisen. Dieser Tempel nämlich besteht, in den Säulen, den Anten und dem Gebälk, aus gemeinem Stein, die Mauern dagegen sind aus Marmor; womit es sich sonst eher umgekehrt verhält; der Styl der Architektur gehört, der Zeit nach, *Perikles* an; die Mauern sind aber sonderbarerweise nicht wie sonst aus rechtwinklig behauenen Quadern, sondern aus unregelmäfsigen Polygonen zusammengesetzt, jedoch so, dafs die Aufsenfläche vollkommen glatt bearbeitet ist und die unregelmäfsigen Fugen ganz genau schliefsen, während im Innern die Arbeit rauh ist und viele im Schutt aufgefundene Nägel vermuthen lassen, dafs die innern Wände mit Holz bekleidet waren. Endlich nimmt dieser Tempel gegen den gröfseren Tempel derselben Gottheit eine eigenthümliche Stellung ein. Er steht mit demselben beinahe parallel und nähert sich ihm mit der einen Ecke so sehr, dafs man nicht zwischen beiden Gebäuden hindurch kommen kann. Diese Stellung läfst vermuthen, dafs das kleinere Heiligthum das ältere, von den Persern zerstörte war, und dafs man bei der Erbauung des gröfsern Tempels die Absicht hatte, es nach dessen Vollendung abzutragen; dies unterblieb vielleicht aus religiösen Bedenklichkeiten, und man stellte es ausnahmsweise wieder her, wobei man (vielleicht im Drange kriegerischer Unruhen) zu dem wohlfeilsten und am leichtesten zu bearbeitenden Stein griff, während man die alten marmornen Zellenmauern (denn die Zerstörung mochte mehr die zierlichern Theile, Gesimse, Decke, Anten u. s. w. getroffen haben) beibehielt. Wollte man indefs aus dem Polygonmauerwerk auf ein sehr hohes Alter schliefsen, so steht dem einerseits das Material, andrerseits die Arbeit entgegen. Früherhin bauete man nicht aus Marmor (der Tempel zu Korinth ist von gemeinem Stein); noch weniger darf man zu der Zeit, wo noch mit Polygonen gemauert wurde, eine solche saubere Arbeit, besonders so genau schliefsende Fugen erwarten, welche in einem solchen Mauerwerk bei weitem schwieriger und künstlicher herzustellen waren, als in einer Quadermauer. Es ist, wenn wir uns an die Schatzhäuser erinnern, kaum denkbar, dafs die Hellenen noch kyklopisch gebaut haben; mindestens nicht, seitdem sich ihre Character-

Eigenthümlichkeit festgestellt hatte und auszusprechen anfing; und so möchte es dann nicht unmöglich sein, dafs jenes sonderbare Mauerwerk kurz vor den Perserkriegen als eine auf irgend eine Weise veranlafste Nachbildung einer alterthümlichen Constructionsweise, wie sie ein älterer, hier vorhanden gewesener, vielleicht gar noch pelasgischer Tempel zeigte, entstanden wäre. Mindestens findet auf solche Weise jenes sonderbare Denkmal eine ungezwungene Erklärung.

2. *Prostylos.*

Wurde das Dach des Tempels vorn etwas verlängert und der hinausgeschobene Giebel durch eine Säulenstellung unterstützt, oder, deutlicher, eine offene Säulenhalle vor der Tempelfront gebaut, so entstand die Tempelgattung Prostylos: eine wesentliche Verbesserung, da die Anten im Vergleich zu den Säulen immer nicht ganz passend aussahen, die Hauptfront, worunter bei den griechischen Tempeln immer die östliche Giebelseite zu verstehen, an Harmonie und Bedeutung und der für das Publicum bestimmte Versammlungsraum (denn die Cella durften nur die Priester betreten) an Gröfse gewann; wogegen freilich die Längen- oder Seitenfronten durch die an einer Seite vortretende Halle an Symmetrie verloren. Als Beispiel eines solchen Tempels ist uns nur der Einweihungstempel der Ceres zu Eleusis bekannt geworden, der jedoch davon noch sehr abweicht und von dessen Vorhalle aufserdem noch behauptet wird, dafs sie später unter Demetrius Phalerus (um 310 v. Chr.) angebauet sei; welches wir mit Bezug auf ihr schon erwähntes unförmliches Breitenverhältnifs gern glauben wollen.

3. *Amphiprostylos.*

Der kleine ionische Tempel am Ilissus und, wenn man will, der vereinigte Tempel des Erechtheus und der Minerva Polias zu Athen sind Beispiele dieser Gattung. Sie unterscheidet sich von den vorigen nur dadurch, dafs auch dem hintern westlichen Giebel eine Säulenhalle vorgebauet ist. Diese hintere Säulenhalle mag ursprünglich einer Nachzelle und einem hintern Eingange in dieselbe entsprochen haben. Dem Tempel am Ilissus (des Erechtheions soll bei den abweichenden Tempelformen näher gedacht werden) fehlt jedoch die Nachzelle, und die Säulenhalle schliefst sich der geschlossenen Hinterwand der Cella an und hat somit keine räum-

liche Verbindung mit dem übrigen Gebäude: ein scheinbarer Beweis, daſs sie, neben dem allgemeinen, doch wegen ihrer geringen Gröſse nur sehr unvollkommen erreichten Zwecke aller isolirten Säulengänge in der Nähe der Tempel, dem einer schattigen Halle, hauptsächlich nur zur Herstellung der Symmetrie in den Seitenfronten hinzugefügt ward. Freilich pflegten die nüchternen Griechen sonst nicht leicht der bloſsen Regelmäſsigkeit wegen, ohne tiefern Grund, dergleichen bedeutende Zusätze zu machen; indessen galt es hier nicht der Symmetrie allein: es galt zugleich der Beobachtung des Hauptprincips der griechischen Kunst, des Gleichgewichtes, welches dadurch, daſs in der Längen-Ansicht die eine Ecke des Gebälkes und Daches durch eine volle Mauer, die andere durch freistehende Säulen unterstützt wurde, allerdings litt. Dieser Grund scheint wichtig genug, um bei dem Mangel eines vollgültigen Beispiels vom Prostylos es wahrscheinlich zu finden, daſs die derartigen griechischen Tempel, wenn nicht etwa ihre Seitenfronten versteckt lagen, alle, oder doch fast alle auf beiden Seiten Hallen hatten oder Amphyprostylos waren; auch wenn ein eigentlicher Opisthodomus fehlte. Vorausgesetzt, daſs der Cerestempel schon dastand, als die Nachhalle gebauet wurde, so war hier für eine zweite Halle am westlichen Giebel kaum noch Raum vorhanden, wenn die Säulen nicht unpassenderweise dicht an die Mauern zu stehen kommen sollten. Auch mochte man zu jener Zeit schon weniger schwierig sein. Zudem ist ja jene Vorhalle noch nicht einmal vollendet. Uebrigens weicht der Tempel am Ilissus noch darin von der *Vitruv*'schen Regel ab, daſs ihm vorn die beiden Säulen zwischen den Anten fehlen; was bei kleinern Tempeln wohl öfter der Fall sein mochte.

4. *Peripteros.*

Wenn der Tempel in antis auf allen vier Seiten mit einem Säulengange umgeben ist, dergestalt, daſs alles unter einem gemeinschaftlichen Dache liegt, so heiſst er Peripteros und die umlaufende Säulengallerie Peristyl. Diese Tempelform ist in jeder Hinsicht offenbar die vollkommenste. Es sprechen sich darin die Eigenschaften des griechischen Styls: Ruhe, Grazie, Harmonie und Gleichgewicht, am deutlichsten und schönsten aus. Durch nichts konnte die Oeffentlichkeit der griechischen Lebensweise und die Wirkung des heiteren Climas, welches sie erzeugte, lebhafter ausgedrückt werden, als durch diese nach allen Seiten hin freundlich

und einladend sich öffnenden Hallen; und wenn es uns im allgemeinen scheinen möchte, als ob die gar zu freie Zugänglichkeit der ehrfurchtsvollen Scheu vor der Gottheit einigen Abbruch thue, so wird doch auch wieder die sinnliche Gestaltung, unter welcher die Griechen sich ihre Götter vorstellten, eben dadurch treffend characterisirt.

Nach *Vitruv* soll der Peripteros 6 Säulen in der Front und 11 an den Seiten haben. Dies trifft nur bei wenigen zu. Einige haben auf den langen Seiten gerade die doppelte Zahl der Giebelsäulen; die wenigsten aber eine darüber. Eben so gab es auch Peripteros von 8 Säulen in der Front; von welcher Art der herrliche Parthenon als Beispiel auf uns gekommen ist. Dieser Tempel hat auch die abweichende Eigenthümlichkeit, dafs die Seiten oder Flügelmauern des Pronaos und Opisthodomos nur ganz kurz sind, so dafs hinter den äufsern Giebelperistylen vorn und hinten nochmals eine Reihe von 6 Säulen und erst hinter diesen die Anten ohne weitere Säulen dazwischen stehen, vielleicht, um zu dem Pronaos und Opisthodomos zwischen der Ecksäule des innern Prostylos und den Anten noch Seitenzugänge zu gewinnen. Eine gleiche Einrichtung scheint der Tempel zu Korinth gehabt zu haben. Ferner sollte man glauben, dafs die Mittellinie der Zellenmauern und der Säulenreihen in antis immer gerade auf die Axe einer Säule des äufsern Peristyls zutreffen müfsten; es ergab sich diese Eintheilung fast von selbst. Dennoch findet sie sich mehrentheils nicht; vielmehr treffen die verlängerten Mittellinien sehr unregelmäfsig dicht neben die Säulenmitten, oder auch ganz zwischen die Säulen, und selbst bei demselben Gebäude vorn und hinten nicht gleichmäfsig, so dafs das innere Gebäude mit dem äufsern Peristyl in keinem recht organischen Zusammenhange steht; was für die äufsere Ansicht zwar nicht auffallend, aber doch immer bemerkbar ist und rücksichtlich der Decken auch constructionelle Nachtheile hatte; wie wir später sehen werden. Allerdings war es zu wünschen, dafs der vordere Säulengang breiter als die übrigen sei; indefs konnte dabei doch die vordere Ante giebelwärts auf die zweite und nach den Seitenfronten hin auf die dritte, die hintere Ante aber beiderseits auf die zweite Säule treffen. Wir wollen einige Monumente nach ihrer wahrscheinlichen Alterfolge durchgehen.

	Die Mittellinien der Anten treffen		
	giebelwärts	seitenwärts	
		vorn	hinten
1) An der Tempelruine zu Corinth, von welcher noch die eine Ecksäule des innern Prostylos steht, . . .	zwischen die zweite und dritte Säule,	auf die Axe der dritten Säule,	
2) Am Tempel des Zeus panhellenios auf Aegina . . (vielleicht älter als der vorige)	ziemlich auf die jenseitige Peripherie der zweiten Säule	jenseit der zweiten Säule,	wie giebelwärts.
3) Am Theseustempel zu Athen	desgleichen,	auf die Axe der dritten Säule,	zwischen die zweite und dritte und nahe der dritten Säule.
4) Am Parthenon . . .	auf die jenseitige Peripherie der zweiten Säule,	zwischen die zweite und dritte und näher der zweiten Säule,	wie vorne.
5) Am Tempel der Minerva Sunias, dessen hinterer Theil nur noch steht . . .	jenseits neben die Axe der zweiten Säule,	. . . .	auf die Axe der dritten Säule.
6) Am gröfsern Tempel der Nemesis zu Rhamnus .	auf die Axe der zweiten Säule,	auf die Axe der dritten Säule,	mitten zwischen die zweite und dritte Säule.
7) Am Tempel des Zeus Nemeos zwischen Argos und Corinth	zwischen die Axe und die jenseitige Peripherie der zweiten Säule,	dicht vor die Axe der zweiten Säule,	wie giebelwärts.
8) Am jonischen Tempel der Minerva Polias zu Priene	auf die Axe der zweiten Säule,	auf die Axe der zweiten Säule,	auf die Axe der zweiten Säule.

Obgleich sich nun aus den wenigen Ueberbleibseln noch kein allgemeiner Schlufs ziehen läfst, so geht doch daraus hervor, dafs man in frühern Zeiten das Aufeinandertreffen der Axen mehr zufällig als absichtlich beobachtete, mindestens nicht gleichmäfsig durchführte, später aber dasselbe, namentlich bei den ionischen und korinthischen Gebäuden (denn auch am Apollotempel zu Milet, am Tempel des olympischen Jupiters zu Athen, am Tempel zu Labranda u. s. w. treffen die Axen in dieselben Linien) allgemein berücksichtigte. Können wir uns gleich diese Nichtbeachtung einer leicht erreichbaren Regelmäfsigkeit nicht erklären, so wollen wir doch auf der einen Seite es zwar nicht tadeln, dafs die Griechen bei ihren Bauwerken der blofsen Regelmäfsigkeit, wenn sie nicht noch anderweit tiefer begründet war, nur einen geringen Werth beilegten und ihre Architektur, die ohnedies sehr gleichförmig war, nicht in zu enge Regeln einschränkten: auf der andern Seite aber wollen wir auch diese Verfahrungsweise, blofs weil sie griechisch war, nicht zu sehr loben. Es scheint nicht, als ob durch das Zusammentreffen der Axen irgend ein Nachtheil herbeigeführt worden wäre.

In der Regel ist der vordere Säulengang breiter als der hintere, und dieser oft wieder etwas breiter als die Seitengänge. Eben so ist der Pronaos gewöhnlich tiefer als der Opisthodomos. Bei dem Tempel des Zeus-Nemäus ist es umgekehrt; beim Tempel der Minerva Polias und anderen sind beide gleich. Im Parthenon liegt hinter der Cella noch ein Gemach (auch wohl Opisthodom genannt), dessen Decke mit 4 Säulen (nicht 6, wie *Stuart* gezeichnet hat,) gestützt war, und in welchem wahrscheinlich Tempelgeräthe aufbewahrt wurden.

5. *Pseudoperipteros.*

Wir könnten diese Abart, wie den Prostylos oder den Amphiprostylos, an dessen Seitenwänden, um das Bild eines Peripteros unvollkommen genug darzustellen, Halbsäulen angebracht sind, ganz übergehen; denn ein Beispiel davon ist meines Wissens bei den Griechen nicht nachzuweisen. Leider aber finden sich Halbsäulen an andern Orten auch an griechischen Gebäuden, die unmittelbar nach der Perikleïschen Zeit errichtet wurden, z. B. am Erechtheion, am Monument des Lysikrates, im Innern des Apollotempels zu Milet und Phigalia, und es wäre somit nicht unmöglich

dafs doch in der spätern Zeit die Griechen auch den unschönern Pseudoperipteros gebauet hatten.

6. *Dipteros.*

Er ist ein Peripteros, welchem ringsum noch ein zweiter äufserer Säulen-Peristyl hinzugefügt ist. Ohne diese Anordnung, welche dem Tempel allerdings ein imponirendes und kräftigeres Ansehen gab und den schattigen Umgang breiter und nutzbarer machte, tadeln zu wollen, zweifle ich doch, dafs die Griechen (wenigstens die eigentlichen Griechen im Mutterlande) vor und in der schönsten Zeit (bis kurz nach Perikles) einen Dipteros gebauet haben. Er scheint für die frühere, einfachere und nüchternere Zeit zu complicirt und auch nicht motivirt und nicht nothwendig genug. Die beiden Beispiele, welche *Vitruv* anführt, gehören wahrscheinlich einer spätern Zeit an. Der Tempel des olympischen Jupiter zu Athen, dessen Ruinen einen zehnsäuligen Dipteros erkennen lassen, war zwar schon von Pisistratus (um 560 v. Chr.) gegründet, nach dessen Vertreibung unvollendet geblieben und durch Sulla seiner Säulen beraubt worden: es läfst sich aber offenbar nicht annehmen, dafs er eben die Ausdehnung und Einrichtung gehabt habe, wie der, später vom Syrischen Könige Antiochus-Epiphanes im korinthischen Style wieder errichtete und erst vom Kaiser Hadrian vollendete Tempel. Eine ähnliche Bewandtnifs hatte es mit dem Tempel der Diana zu Ephesos, welcher von Ktesiphon und Metagenes (um 550 v. Chr.) angefangen, um 420 vollendet, vom Herostrat (353) verbrannt, dann aber sogleich wieder hergestellt wurde, so dafs er, als Alexander dorthin kam, ziemlich vollendet sein mufste. Dieser letztere Tempel kann keinesweges, wie *Hirt* annimmt, der von Ktesiphon erbauete, bei dem Brande nur im Dache zerstörte und blofs wieder hergestellte Tempel sein. Die für einen griechischen Bau ungeheuere Ausdehnung, nach *Plinius* von 220 Fufs Breite und 425 Fufs Länge; der Umstand, dafs die Seitenfronten bei diesem Verhältnifs eine Säule weniger als die doppelte Zahl derer am Giebel haben mufsten; die ungewöhnliche Zahl von 10 umlaufenden Stufen, nach *Philo;* und besonders die weite Entfernung der Säulen, von 3 Durchmessern, nach *Vitruv,* welcher ihn Diastylos nennt, sind *bestimmte* Kennzeichen der Zeiten Alexanders und konnten unmöglich an dem um 550 v. Chr. errichteten Tempel zu finden gewesen sein. So wäre es denn auch wohl möglich, dafs der Tempel eben so wenig ein

Dipteros gewesen. Zwar hatte *Vitruv* die Schriften von Ktesiphon und Metagenes über diesen Bau vor Augen; aber wer verbürgt ihre Aechtheit, oder, daſs nicht (was wahrscheinlicher) *Vitruv* die aus jener Schrift geschöpften Nachrichten mit andern vom damaligen Tempel verwechselte?! Begegnen wir doch solchen Inconsequenzen, und noch gröſseren, so häufig in seinem gepriesenen Werke; auch grade bei diesem Gegenstande selbst, indem er (VII Vorr.) von dem Tempel des Ktesiphon spricht, als sei er noch vorhanden. Wie *Plinius* erzählt, bediente man sich, um die schweren Architravsteine sicher aufzulegen, gefüllter Sandsäcke, welche man zwischen den Säulen hoch aufthürmte, die Steine darauf legte und dann durch das Ausrieseln des Sandes sie langsam sich senken lieſs. Dieses Mittel, welches übrigens, so sinnreich man es auch gefunden, keinen hohen Begriff von den mechanischen Kenntnissen des Baumeisters giebt, lieſs sich eher und sicherer bei der ersten Säulenreihe anwenden, wo die Sandsäcke auf der einen Seite an der Cellenmauer einen Halt gegen das Ausweichen fanden, als bei der äuſsern, wo die Säcke frei aufgethürmt oder durch anderweite kostspielige Mittel festgehalten werden muſsten. Also auch dieser Umstand deutet schwach auf einen Peripteros hin. Uebrigens kann es auch sein, daſs Metagenes den Bau nur bis einschlieſslich den Architrav, welchen *Vitruv* geradezu als von ihm aufgelegt nennt, aufgeführt hat. In diesem Falle könnte der äuſsere Peristyl bei der spätern Vollendung des ersten Baues (420) hinzugefügt sein; denn zu dieser Zeit läſst sich von den prachtliebenden Ioniern schon eher eine solche üppige Anordnung erwarten.

Es ist uns ein Beispiel des Dipteros, der aber vielleicht schon nach den Perserkriegen angefangen war, aus der Zeit Alexanders übrig geblieben; nemlich der Tempel des Didymäischen Apollo zu Milet. Dieser Tempel ist zehnsäulig, indem er 4 Säulen in antis hat. (Beim Parthenon, der auch zwei Säulen mehr hat als gewöhnlich, scheint man es noch nicht gewagt zu haben, 4 Säulen in antis zu setzen, weshalb man lieber die Säulen in antis ganz wegließs und einen Peristyl von 6 Säulen vor den Anten setzte.) Er hat ferner einen sehr tiefen Pronaos; noch ein anderes, weniger tiefes Vorgemach vor der Zelle; nach hinten keinen Ausgang; eben so wenig einen Opisthodomos. Ein noch deutlicheres Zeichen des Verfalles sind die in der Cella stark vortretenden Pilaster und die beiden korinthischen Halbsäulen.

7. *Pseudodipteros.*

Diese Art stellt *Vitruv* als einen Dipteros dar, bei welchem man den innern Peristyl zur Ersparung von Kosten und Mühe und dennoch ohne den mindesten Nachtheil für die Ansicht weggelassen habe. Hermogenes soll diese Form erfunden und zuerst bei dem Dianentempel zu Magnesia angewendet haben. Es wurde schon oben angedeutet, dafs man sich den Pseudodipteros eben sowohl und vielleicht richtiger als einen Peripteros mit sehr breiten Säulengängen vorstellen könne, so dafs die äufsere Säulenreihe, welche den Tempel-Perimeter bildet, weiter hinausgerückt war. Es wurde dadurch an Umfang, an Raum und an Schatten im Peristyl gewonnen; und somit war ein zureichender und kein so schnöder Grund als blofs leidige Ersparung vorhanden. Es wäre aber möglich, dafs der Dipteros später, und in Folge der zunehmenden Prachtliebe, dadurch entstanden wäre, dafs man, die Bequemlichkeit übersehend, eine innere Säulenstellung hinzufügte. Es ist eher die Idee des Hinzufügens, als die des Ersparens, in jener Zeit begründet; denn noch weit über die bis jetzt betrachtete Periode hinaus wurden die Bauwerke, obwohl immer unschöner, doch stets prachtvoller ausgeführt. Anders ist es mit dem Pseudoperipteros; derselbe konnte dem Peripteros nicht vorangehen, da jener nur eine verfehlte, jedoch ebenfalls aus der gesteigerten Prachtliebe hervorgegangene Nachbildung von diesem ist, indem man weniger etwa einen Peripteros mit geringern Kosten darstellen, als vielmehr einen in antis prachtvoller ausstatten wollte. Auch bei dieser Gattung des Pseudodipteros ist es zweifelhaft, ob im Mutterlande ein Beispiel davon vorhanden gewesen, und ob aufser dem Tempel zu Magnesia überhaupt ein zweiter Pseudodipteros vor der Zeit der Römer gebaut worden sei; wenn anders nicht (auch dieses wäre wohl nicht unmöglich) am Ende das Ganze eine *Vitruv*sche Fabel ist. Man kann, im Vorbeigehen gesagt, auch hier wieder den geringen Werth *Vitruv's* als Baumeister sehen, da er im Stande war, den Hermogenes aus dem ärmlichen und kleinlichen Grunde, den er supponirt, zu loben.

8. *Hypäthros.*

Man ist weder über die Construction, noch selbst über das Dasein dieser Tempelgattung, so viel auch darüber geschrieben und gestritten worden, ganz im Reinen, *Vitruv* erklärt mit bestimmten Worten den Hypäthros für

eine Tempel-Art, die in der Cella eine doppelte Reihe Säulen, eine über der andern, hat, so weit von der Mauer abstehend, dafs man umhergehen kann, wie in der Halle eines Peristyls, deren mittler innerer Raum aber unbedeckt ist. Die übrigen von *Vitruv* angegebenen Kennzeichen, dafs ein solcher Tempel zehnsäulig sei, in allen andern Stücken dem Dipteros gleiche, und dafs vorn und hinten Thüren hineinführen, sind Nebendinge, mit denen man es nicht so genau nehmen mufs. Vielfach gestritten ist über folgende Worte *Vitruv's,* in welchen er über ein Beispiel dieser Tempelgattung spricht: *„sed Athenis octastylos et in templo Jovis Olympii."* Gewöhnlich übersetzt man (mit *Rode*) „aber zu Athen den achtsäuligen „(Tempel) und den Tempel des olympischen Jupiters" und versteht unter dem achtsäuligen Tempel den Parthenon, und unter dem andern entweder den Tempel des olympischen Jupiters zu Athen, oder den Tempel des Jupiter zu Olympia; welcher letztere indefs nach den Totalmaafsen, die ihm *Pausanias* giebt und nach dem von *Gell* gefundenen und gemessenen Säulenfragment nur sechssäulig gewesen sein kann, und von welchem die Bemerkung *Strabo's,* dafs die sitzende colossale Statue, wenn sie sich aufrichten könnte, die Decke durchbrechen würde, es wahrscheinlich macht, dafs die Cella bedeckt war. Auch der Parthenon kann nicht gemeint sein; denn wollte man auch die arge Inconsequenz, dafs *Vitruv,* nachdem er so eben den Hypäthros zehnsäulig genannt, einen achtsäuligen Tempel als Beispiel anführt, übersehen, so ist doch aufserdem der Parthenon kein Dipteros.

So werden wir denn darauf geführt, mit Andern, jene Stelle so auszulegen, dafs der Zeustempel zu Athen als alleiniges Beispiel angeführt werden sollte. Auch scheint es mir (zumal einige Handschriften das *„et"* nicht enthalten), als wenn man, ohne so gewaltsame Umänderungen des Textes, wie *Wilkins* sie mit Beifall vorgeschlagen hat, durch eine ziemlich wörtliche Uebersetzung den Sinn herausbringen könne, wenn man nur das Beiwort octastylos nicht auf einen besondern Tempel, sondern auf die Säulenstellung im Innern der Zelle beziehen will, und jene Stelle ganz einfach und natürlich so übersetzt: „aber zu Athen den achtsäuligen „(nämlich Peristyl oder Tempel-Saal) im Tempel (oder, das *„et"* mit „übersetzt: und zwar im Tempel) des olympischen Jupiters." Es war ganz natürlich, dafs *Vitruv* den innern Peristyl, welcher den Tempel gerade zum Hypäthros machte und der in dem angeführten Beispiele 8 Säulen an jeder Seite haben konnte (die von *Stuart* projectirten 10 Säulen

sind offenbar etwas zu dünn und stehen zu nahe) hier näher bezeichnen wollte; auch könnte leicht ein Wort in der ursprünglichen *Vitruv*schen Handschrift beim häufigen Abschreiben ausgelassen sein. Der Tempel entsprach, so viel wir von ihm wissen, allen Erfordernissen, welche *Vitruv* angiebt, und es würden sonach die unbedeutenden Abweichungen anderer hypäthrischen Tempel ebenfalls ihre Erklärung finden; denn es begegnet dem *Vitruv* fast überall, dafs er die von ihm als allgemein aufgestellten Regeln von den angeführten einzelnen Beispielen entlehnt, ohne sich um andere gleichartige Gebäude zu bekümmern. Wenn man übrigens zum Beweise, dafs der Athenische Zeustempel nicht gemeint sein könne, anführt, dafs er erst lange nach *Vitruv* von Hadrian vollendet sei, so bedarf es nur der Erinnerung, dafs *Vitruv* an einer andern Stelle (VII Vorr.) ausdrücklich diesen Tempel beschreibt, ohne seines unvollendeten Zustandes zu gedenken, und namentlich sagt, dafs unter Antiochus Epiphanes der römische Bürger Cossutius die geräumige Zelle, die doppelte Säulenstellung und das Gebälk errichtet habe. Sei es nun, dafs *Vitruv* nicht recht unterrichtet war, oder über das Fehlende hinwegging: jedenfalls war der Tempel, so weit es die Anordnung und Einrichtung des Ganzen betraf, fertig.

Ist nun aber dieser, erst unter Antiochus Epiphanes erbauete Tempel der einzige Hypäthros, welchen *Vitruv* namhaft macht, so bleiben wir darüber im Dunklen, ob die Griechen der frühern Zeit den Hypäthros kannten. Fragen wir die Monumente, so finden wir zwar viele Tempel mit Säulenstellungen in der Cella: ob sie aber unbedeckt waren, läfst sich nur an einem einzigen mit einiger Sicherheit ermitteln.

Dies ist der bald nach dem Parthenon erbauete Tempel des Apollo Epicurius zu Phigalia, von welchem sich die innere Säulenstellung mit ihrem Gebälke so weit erhalten hat, dafs man sieht, wie das letztere, zwar leicht, aber vollständig, mit Architrav, Fries und Kranzgesims, construirt gewesen sei. Da nun das vollständige Kranzgesimse im Innern sonst nicht vorkommt, so mögen wir uns allerdings zu der Voraussetzung berechtigt halten, dafs diese Cella im innern Theile unbedeckt gewesen sei. Freilich standen hier die Säulen nicht frei, sondern lehnten sich als Halbsäulen an die weit vortretenden Wandpilaster, und man kann bei dieser, damals noch ungewöhnlichen und unschönen Construction, nicht mit Bestimmtheit behaupten, dafs nicht auch hinsichtlich des innern Gesimses, ohne fehlende Decke, eine Abweichung stattgefunden habe. Jener Umstand bleibt aber

immer ein wesentlicher Anhaltpunct, welcher, in Verbindung mit andern schwachen Andeutungen, das frühere Vorhandensein des Hypäthros wahrscheinlich machen dürfte; besonders da die Zuführung des heitern Sonnenlichtes in die Cella dem griechischen Geiste ganz angemessen war. Die andern Andeutungen sind: erstlich, die Versenkung des Fuſsbodens im mittleren Theile der Cella an diesem Tempel und am Parthenon, wahrscheinlich wohl, damit das Regenwasser, welches durch Canäle nach auſsen geleitet werden mochte, nicht unter den Säulengängen sich verbreiten konnte; die dagegen im Tempel zu Pästum, welcher ebenfalls ein Hypäthros gewesen sein soll, vorkommende gelinde Erhöhung des mittleren Theils der Cella mag eine miſsverstandene Nachahmung sein, wie sie in so entfernten Colonieen wohl vorkommen konnte. Ferner die groſse Breite des Telesterions zu Eleusis, für dessen mittlern Theil, selbst wenn wir die in der Zeichnung der Gesellschaft der Dilettanten angenommene ungewöhnliche vierfache Säulenstellung zugeben, noch gegen 60 Fuſs Breite bleibt, und die mithin auch mit Holz nicht füglich überdeckt werden konnte; denn künstliche Dachconstructionen dürfen wir hier wohl nicht voraussetzen. Sodann die Oeffnung (*ὀπαῖον*), deren *Plutarch* bei diesem Tempel und *Homer* bei der Wohnung des Odysseus erwähnt und unter welcher wir uns sehr wohl den innern unbedeckten Theil vorstellen können. Endlich die fremdartig scheinenden doppelten Säulenstellungen, die man in einigen Monumenten gefunden hat und welche dem einen von *Vitruv* angegebenen Kennzeichen entsprechen.

Die Frage, wie die Griechen dazu kamen, von dem Gebrauche des ganzen Alterthums, die Heiligthümer in tiefes, heiliges Dunkel einzuhüllen, abzugehen, möchte man eher umkehren, und fragen: wie konnten die heitern Griechen sich mit den dunkeln Tempelzellen befreunden, die dem freundlich-sinnlichen Character ihrer Religion geradezu widerstreiten muſsten, und wie konnten sie so lange damit sich behelfen? Im Anfange wuſsten sie es wohl nicht anders, und Gewohnheit machte sie vertraut damit; auch mochten die kleinen Zellen der frühern Tempel hinlänglich durch die geöffnete Thür erleuchtet werden; mit der wachsenden Gröſse aber genügte das wenige Thürlicht kaum noch zur Verbreitung einer schwachen Dämmerung. Gleichzeitig machten sich die gesteigerten Eigenschaften des griechischen Volksgeistes geltend. Fenster mochte man nicht für passend halten; sie würden auch in umlaufenden Säulengängen nur

ein gebrochenes Licht gegeben haben; man wählte also, nachdem die Scheu vor der Abänderung einmal überwunden war, lieber eine Oeffnung im Dache, welche man, um nichts halb zu thun, und nachdem vielleicht ein zufällig seiner Dachung beraubter und in diesem Zustande aus Noth benutzter Tempel darauf hingeführt hatte, so grofs als möglich machte; oder mit andern Worten: man schuf die Cella in einen mit Säulengängen umgebenen Hof um. Das von oben einfallende klare Licht mufste nun dem Griechen ungemein zusagen; es erinnerte ihn an die ursprüngliche Verehrung der Götter im Freien, welche theilweise an den einzelnen, auf den Tempelhöfen aufgestellten Altären fortbestanden hatte, und man konnte jetzt die Tempel vergröfsern, ohne zu hölzernen Decken seine Zuflucht zu nehmen, welche immer gegen die steinernen Felderdecken des Peristyls und Pronaos unschicklich abstachen, insofern zu den Decken der Nebenräume ein schöneres Material als zur Celladecke genommen wurde. Dafs die Griechen nicht alle Tempel fortan hypäthrisch, d. h. mit offener Cella baueten, ist ein Beweis ihres gesunden Sinnes. Das Aushülfsmittel war nicht überall nöthig, und es war ganz angemessen, nur die gröfsern Haupttempel auf diese Weise auszuzeichnen. Ob die Hypäthren, wie *Vitruv* andeutet, den olympischen Göttern ausschliefslich vorbehalten blieben, mag dahingestellt sein. Wahrscheinlich dürfte dies aber nur von den spätern Zeiten anzunehmen sein.

Auffallend ist noch im Hypäthros die doppelte Säulenstellung übereinander. Wir werden davon später bei den Details handeln. Hier ist nur noch anzuführen, dafs, aufser dem gröfsern Tempel zu Pästum, wahrscheinlich auch schon der ebenfalls sehr alte Tempel des Zeus panhellenios auf Aegina ein Hypäthros war.

9. *Abweichende Tempelformen.*

Es bedarf nur des Hinweisens auf die für die geringe Menge der erhaltenen Denkmäler grofse Zahl der darunter befindlichen wesentlich abweichenden Tempelformen, um *Vitruv's* Autorität zu verdächtigen und um die Griechen von der Beschuldigung einer die Phantasie ertödtenden und ganz unkünstlerischen Einengung der Bauregeln in feste Schranken zu befreien. Wir wollen, mit Uebergehung der grofsentheils schon angedeuteten kleinern Verschiedenheiten, die ganz abweichenden Tempel im eigentlichen Griechenland bezeichnen.

Der unter Perikles erbauete Weihetempel der Ceres zu Eleusis bildet, vielleicht seiner besondern Bestimmung wegen, im Grundrifs ein Quadrat, mit (wahrscheinlich) 4 Säulenreihen im Innern, welche nicht, wie sonst immer, mit den Fronten, sondern mit den Giebeln parallel laufen. Der Fufsboden liegt um einige Fufs tiefer als der der Vorhalle und ist von gemeinem Stein. Wahrscheinlich lag der eigentliche Fufsboden hohl, wie die aufgefundenen 5 Fufs 9 Zoll hohen, glatten Säulenbasemente vermuthen lassen, und es mag der hohle Raum unter demselben, welcher zu einem sonstigen Gebrauch wohl zu niedrig war, zu Versenkungen und zur Aufnahme von Maschinerieen Behufs der mysteriösen Gaukeleien bei den Einweihungen gedient haben. Der Tempel ist ein zwölfsäuliger Prostylos und die Vorhalle hatte Flügelmauern und Anten, aber keine Säulen dazwischen; wenigstens hat man keine Spuren davon gefunden, wenn gleich die grofse Tiefe des Pronaos, von 31½ Fufs im Lichten, es unwahrscheinlich macht, dafs die steinernen Balken (und der Pronaos hatte eine marmorne Felderdecke, nach den aufgefundenen Resten) sich ohne Unterstützung getragen haben sollten. Ob diese Vorhalle, wie *Vitruv* behauptet, erst später von Philon, unter Demetrius Phalereus, hinzugebaut ist, müssen wir dahingestellt sein lassen; es ist jedoch schwer einzusehen, wie der erste Baumeister (nach *Vitruv* Ictinus, nach dem glaubwürdigeren *Plutarch* erst Koröbos, dann Metagenes, zuletzt Xenokles) einen so kahlen Tempel, ganz ohne äufsere Säulenzierde, hätte erbauen sollen. Uebrigens kann man bei diesem unförmlichen Bau, mit der viel zu grofsen Breite und dem daraus folgenden hohen Dachgiebel, dem Urtheile *Vitruv's,* dafs dieser Tempel zu den vier schönsten in Griechenland und Klein-Asien gehört habe, unmöglich beipflichten; es ist vielmehr der am wenigsten schöne Tempel von allen.

Die beiden Schultergebäude an den Propyläen zu Athen, von denen das eine vielleicht ein Tempel gewesen sein mag, haben drei Säulen in antis; was sonst nicht vorkommt, auch wegen des mangelnden mittleren Einganges wohl nicht zu loben ist.

Das Erechtheion zu Athen war ein Amphiprostylos, jedoch vorn ohne Säulen in antis und hinten ohne Halle, und nur mit Halbsäulen. Aus dem flachen Pronaos trat man in die Cella des Erechtheus-Heiligthums; dahinter, und von jenem durch eine Mauer getrennt, befand sich das Heiligthum der Minerva Polias, dessen Fufsboden um etwa 8 Fufs tiefer lag;

zwischen demselben und der hintern Giebelmauer befand sich ein von drei Fenstern erleuchteter Corridor (was sonst nie vorkommt), welchen zwei Anbaue an beiden Fronten mit einander in Verbindung setzten. Der eine dieser Anbaue bildete die, ziemlich quadratisch, mit Säulen umstellte Vorhalle; der andere, kleinere, das eben so von Karyatiden umgebene Pandrosion.

Der Tempel des Apollo Epikurios zu Phigalia war ein Hypäthros; doch ohne die Säulengänge im innern Umfange der Cella; blofs mit vortretenden Wandpfeilern und davor geklebten ionischen Halbsäulen, welches gleichsam nur ein Bild jenes Umganges gab und diesem wahrscheinlich deshalb vorgezogen wurde, weil sonst der freie Raum in der Mitte dem Baumeister zu schmal dünken mochte, obwohl dadurch der eigentliche wahrscheinliche Nutzen der Seitenhallen verloren ging; wie denn dieses Gebäude, obwohl vom Ictinus, dem Erbauer des Parthenons, schon früher als eines derjenigen bezeichnet wurde, welche Spuren des beginnenden Verfalls zeigten.

Vortretende Wandpfeiler und zwei korinthische Halbsäulen in der Cella hatte auch der Tempel des didymäischen Apollo zu Milet, welcher auch darin von der *Vitruv*schen Regel abweicht, dafs er ein zehnsäuliger Dipteros war; ähnlich wie der Parthenon ein achtsäuliger Peripteros.

Eine auffallende Erscheinung ist der Tempel der Venus zu Sparta, von welchem *Pausanias* (III, 15) erzählt, dafs er zwei Zellen übereinander gehabt habe, in deren unterer die Venus areia, in der obern die Venus Morpho verehrt wurde. Ein zweistöckiger griechischer Tempel ist etwas sehr Besonderes; auch nennt ihn *Pausanias* den einzigen so gebaueten; weshalb es auch um so unnützer sein würde, diese sonderbare Erscheinung, von welcher wir nichts Näheres wissen, erklären oder weitere Folgerungen daraus ziehen zu wollen. Nur so viel mögen wir mit Gewifsheit voraussetzen, dafs dieser Bau kein ächt-griechischer aus der bessern Zeit war; es sei denn, dafs das untere, vielleicht sogar unterirdische Gemach aus einer *sehr* alten Zeit stammte und gleichsam als Unterbau des neuen Tempels beibehalten worden war; wozu eine religiöse Veranlassung vorhanden gewesen sein mochte.

Die von *Vitruv* noch angegebenen runden Tempel-Arten Monopteros und Peripteros können wir, eben so wie seinen toskanischen Tempel, übergeben. Schwerlich sind dergleichen Tempel (das Monument des Lisykrates, die Theater und Odeen gehören nicht hierher) in Griechenland

je vorhanden gewesen; wenigstens nicht in der Zeit bis zu den Römern, mit welcher wir es hier zu thun haben.

§. 81.
Fortsetzung. Anordnung der Massen.

In der, die Uebersicht des Ganzen gewährenden Haupt-Anordnung müssen sich der wesentliche Character, namentlich das Grundprinzip der griechischen Baukunst, das *Gleichgewicht,* vorzugsweise deutlich aussprechen. Und so ist es auch.

Auf einem mäfsig hohen Unterbau, der grade hinreicht, die wagerechte Grundfläche von dem umliegenden Boden abzusondern und daraus hervorzuheben, ist das Gebäude in ganz einfacher parallelopipedischer Form, ohne alle Vor- und Zurücksprünge, ungefähr doppelt so lang als breit und mit dem Eingange an der schmalen Giebelseite, errichtet. Das flache, zweiseitige Dach, mit vortretendem Rande, begrenzt das Gebäude von oben. So ist nach keiner Seite hin ein Streben irgend einer Art bemerkbar, und mit den so leicht verständlichen Verhältnissen, mit der höchst einfachen Form des Ganzen, ist die vollkommenste Einheit als Grundlage der Harmonie gegeben. Die vollständige *Würfelform* würde freilich eine noch vollkommnere Einheit und ein noch deutlicheres Gleichgewicht ausgedrückt haben, jedoch nur auf Kosten der Bedeutung und der Mannigfaltigkeit, ohne welche keine Harmonie möglich ist.

Der Unterbau ist fast immer von Stufen umgeben, und es läfst sich kaum eine andere Seitenbegrenzung desselben denken, welche die Festigkeit der Grundlage eben so deutlich und glücklich ausspräche, als die, absatzweise nach unten sich verbreitende Terassenform, und zugleich so einfach als möglich und wie es die untergeordnete Bestimmung der Substruction verlangte. Die Stufen dienen zugleich als Treppen, laufen aber auch unter den vollen Mauern der Tempel in antis und Prostylos fort. Dieser Umstand und die unbequeme Höhe von 14 bis 18 Zoll beweisen, dafs die Griechen bei den Stufen mehr auf die ästhetische und characteristische Darstellung einer festen Basis, als auf die Benutzung derselben zu Treppen sahen.

Bei der ältesten Tempelgattung, in antis, bildeten einfache Mauern die Umfangswände; blofs der vordere Giebel war in seiner ganzen Breite als Eingangshalle geöffnet, und um das Gebälk und die Dachung zu tragen,

waren statt der vollen Mauer zwischen den Stirnpfeilern, in welche die Seitenmauern sich endigten, zwei Säulen hingestellt. Die Anordnung des Einganges an der schmalen Giebelseite war sehr angemessen, indem der Eintretende das Innere der Tiefe nach vor sich hatte. Bezeichnender aber war noch die offene Säulenhalle statt der bloſsen Thür; der Eingang wurde dadurch sehr einladend und sprach zugleich das milde südliche Clima und den heitern Geist der Griechen aus. Das Letztere, auf welches sehr viel ankam, wurde durch den Prostylos noch etwas verstärkt, obwohl auf Kosten des Gleichgewichts und der Harmonie, da es nicht angemessen zu sein schien, die gröſsere Last des Dachgiebels durch Säulen zu unterstützen, während die Gebälke der Längenwände auf vollen Mauern ruhen. Bei den Tempeln in antis findet zwar in der Wirklichkeit dasselbe statt: es tritt aber für das Gefühl nicht so deutlich hervor, weil die Anten die verstärkten Mauer-Ecken darstellen und nicht die ganze Wand eine Säulenstellung ist. Erst durch den Peripteros wurden die Uebelstände wieder ausgeglichen und zugleich alle Character-Eigenschaften der griechischen Baukunst im vollkommensten Grade erreicht. Die Tempel zu Paestum, so wie historische Nachrichten, lassen keinen Zweifel, daſs diese Tempelform schon sehr früh gebräuchlich war, und der Umstand, daſs die Ruinen in überwiegender Mehrzahl die nemliche Form anzeigen, machte es gewiſs, daſs sie in den besten Zeiten vorherrschte. Wir dürfen mithin mit vollem Rechte den Peripteros als die Hauptform betrachten. Durch nichts hätte sich auch der heitere griechische Geist und das milde südliche Clima in der Baukunst deutlicher ausdrücken lassen, als durch die ganz herumlaufende, offene Säulenhalle; durch die wagerecht herumlaufenden Banden unten in den glatten und schweren Stufen, und oben durch das reicher gegliederte Gebälk, welches das Ganze umfaſst und begrenzt. Dann stellen die vielen lothrechten Stützen zwischen der Basis und dem Gebälk, auch abgesehen von ihrer statischen Bedeutung, welche gleichwohl die Schönheit der griechischen Bauformen hauptsächlich begründete, ein künstlerisch in sich abgeschlossenes Ganze dar, dem nichts fehlt und nichts hinzugedacht werden kann. Die mannigfachen Einzelheiten ordnen sich auf die einfachste und bestimmteste Weise zum Ganzen; das Wagerechte und Lothrechte hebt sich unmittelbar gegenseitig auf, so daſs kein Streben nach irgend einer Seite hin merkbar wird, und gleich beim ersten Ueberblick zeigt sich das Bild einer voll-

kommenen Ruhe, welche dann wieder das statisch begründete Gleichgewicht um so deutlicher fühlbar macht. So reichen sich — und gerade darin mag vorzugsweise der Zauber der griechischen Kunst liegen — jene einzelnen Eigenschaften, das statische Gleichgewicht, als Grundbedingung der Baukunst, die plastische Ruhe, als Ausflufs des Volks-Characters, die vollendete Harmonie u. s. w. als verwandte Genien die Hand, und jede von ihnen ist auf mehr als *einem* Wege, im Ganzen wie im Einzelnen, durch die statische Formenbedeutung, wie durch den unmittelbaren geistigen Ausdruck u. s. w. erreicht, — in der That ein glückliches Zusammentreffen, welches nur da Statt finden konnte, wo die Schönheit das vorherrschende Ziel der geistigen Thätigkeit und mithin auch die Harmonie das vorherrschende Element der Schönheit war!

Eine ernste Berücksichtigung erforderte, wenn der Character richtig dargestellt werden sollte, das Verhältnifs der Breite zur Höhe. Auch hier traf wieder erst der Peripteros das rechte Verhältnifs. Bei dem Tempel in antis und dem gleich breiten viersäuligen Prostylos ist offenbar die Höhe zu grofs; wenigstens so lange man nur den Giebel sieht: es scheint fast, als habe hier der emporstrebende Typus der ältern Bauwerke noch schwach eingewirkt. Nicht, dafs man die Höhe zu grofs machte: denn diese war durch das anfänglich gedrückte Verhältnifs der Säulenhöhe zu ihrer Dicke gegeben: sondern man gab der Front zu wenig Breite. Wie solche späterhin bei dem zehnsäuligen Dipteros u. s. w. über das richtige Verhältnifs hinaus zu grofs und dadurch der Dachgiebel zu hoch und schwer wurde, haben wir früher gesehen; es war natürlich, dafs man in den Zeiten des Verfalls den eingeschlagenen Weg noch weit über das Ziel hinaus verfolgte.

Die Schräge des Daches wurde von der Nothwendigkeit bestimmt. Dafs man darüber nicht hinaus ging, dafs man sie gerade nur so stark machte, als nöthig war, um mit Rücksicht auf das Material Sicherheit gegen das Eindringen des Regens zu gewähren, beweiset, wie richtig die Griechen es erkannten, dafs ein Gebäudetheil, der nicht sowohl zur Erreichung eines wesentlichen Zweckes, als blofs zum Schutze gegen feindliche Einwirkung vorhanden war, wenn nicht versteckt, so doch auf keine Weise hervorgehoben werden durfte: besonders nicht ein Gebäudetheil, der das Grundprincip der Kunst selbst in Gefahr brachte, indem jede schiefe Linie und Fläche ein Streben ausdrückt. Durch die möglichst geringe Neigung wird nun zwar

dieses Streben für das Gefühl nicht so ganz und unmittelbar aufgehoben, wie in der Wirklichkeit, da die Cohäsion, der verbindende Mörtel, oder die Verbindung durch eiserne Klammern nicht sichtbar sind; aber doch mittelbar dadurch, dafs man die Dachflächen hinter den am Dachrande emporsteigenden Stirnziegeln, welche gleichwohl auch noch einen weiteren Grund hatten, von unten nicht bemerkte.

Warum aber gaben die Griechen ihren Dächern keine Walmen? denn durch die Giebel werden ja die geneigten Dachflächen eben recht sichtbar! — Sie hatten dazu triftige Gründe. Am Giebel nemlich war es möglich, durch das fortlaufende wagerechte Gesims und die dadurch entstehende Dreiecksverbindung das Streben vollkommen aufzuheben; und da nun die schiefe Lage der Dachfläche (hier Linien) nicht mehr schädlich wirkte, so war es nicht allein erlaubt, sondern sogar nöthig, die Construction sichtbar zu machen. Aufserdem war das Giebeldach einfacher und regelmäfsiger; die unangenehme Dachtraufe über der Haupt-Eingangsfront wurde vermieden und die Fronten wurden bedeutungsvoll hervorgehoben; auch gab das Giebelfeld Raum zu Sculpturen, welche, da durch die Architektur die *nähere* Bestimmung des Gebäudes nicht genügend ausgesprochen werden konnte, zur Bezeichnung des Tempel-Gottes kaum zu entbehren waren und gleichsam als plastische Inschrift über dem Eingange die passendste Stelle fanden. Aber auch am Giebel durfte das Dach nicht steiler sein; denn wenn hier gleich ein Schieben nicht bemerkbar werden konnte, so würde doch die Masse des Dachgiebels, mit der wachsenden Höhe, viel zu schwer für die Säulen-Unterstützung geworden sein. Es war hier das flache Dach noch nöthiger, als an den Längenfronten; wo man es weniger bemerkte.

(Fortsetzung folgt.)

12.

Bemerkungen über das im Preufsischen Staat angenommene Navigations-System und über die damit in Verbindung stehende Urbarmachung der Brücher.

(Von dem Königl. Geheimen Regierungs- und Baurath Herrn *Wutzke* zu Neustadt-Eberswalde.)

Erster Abschnitt.

Die Beherrscher der Mark Brandenburg waren schon in frühern Zeiten darauf bedacht, Wasserwege zur Beförderung des innern Verkehrs und des Handels herzustellen.

So fafsten schon der Kurfürst *Joachim* und der Kaiser *Ferdinand* im Jahre 1558 die Idee, den Spreeflufs mit dem Oderstrome (ich unterscheide Strom und Flufs ihrer Natur gemäfs) zur Erleichterung des Handels aus Schlesien und der Neumark, bei Müllrose durch einen Canal zu verbinden. Den Theil dieses Canals von der Spree bis Müllrose wollte der Kaiser auf seine Kosten, den andern Theil, vom Müllroser See bis zur Schlubbe und den Oderstrom, der Kurfürst ausführen lassen. Es ward auch mit der Ausführung des Canals sogleich angefangen. Ueber 40,000 Thlr. (damals eine grofse Summe) waren schon darauf verwendet; allein es entstand (denn Sachverständige fehlten) die Befürchtung, dafs die Schlubbe zur Speisung des Canals nicht hinreichendes Wasser haben werde. Also blieb das Werk unvollendet liegen und die Kosten waren verloren.

Der Kurfürst *Friedrich Wilhelm* fafste den Plan, den Spreeflufs mit dem Oderstrome zu verbinden, wieder auf, und liefs den Canal in den Jahren 1662 bis 1669 unter der Direction des General-Quartiermeisters und Hauptmanns zu Bingen, *Philipp de Chieze* (welcher auch im Jahre 1670 die Gewässer in Ostpreufsen untersuchte), von dem Werkensee bis in den Oderstrom ausführen und 8 hölzerne Schleusen darauf bauen; worauf auch sogleich die Beschiffung begann.

Dieser Canal, jetzt der Friedrichwilhelmsgraben genannt, ist $3\frac{1}{4}$ Meilen lang, 5 Ruthen breit und 6 Fufs tief. Das Gefälle von Müllrose bis in den Spreeflufs beträgt $5\frac{1}{2}$ Fufs und von Müllrose bis in den Oderstrom $64\frac{1}{3}$ Fufs. Die 8 Schleusen sind späterhin, seit dem Jahre 1696, von Steinen massiv umgebaut worden.

Die Brieskower, als die 9te Schleuse, ist in den Jahren 1826 bis 1828 nach neuerer Bestimmung 130 Fufs in der Kammer lang, 30 Fufs breit, und mit 17 Fufs breiten Thor-Oeffnungen erbaut. Die Schiffsfahrzeuge dürfen nur die Gröfse der Oderkähne haben. Die Schiffahrtstiefe ist wie folgt festgesetzt: vom 1sten März bis zum 1sten Juli 2 Fufs 9 Zoll; vom 1sten Juli bis zum 1sten September 2 Fufs 6 Zoll, und vom 1sten September bis zum 1sten März 3 Fufs. Den Canal passiren jährlich 7000 Schiffsfahrzeuge und 1200 Holzflöfse, zu 20 bis 30 Stücken Holz.

Der Finow-Canal, zur Verbindung des Havelflusses mit dem Oderstrome, ward im Jahre 1603 projectirt; die Ausführung wurde vom Kurfürsten *Joachim Friedrich* genehmigt und das Graben des Canals sogleich begonnen. Die Arbeiter und Teichgräber wurden aus allen benachbarten Gegenden gestellt. Sie entfernten sich aber wieder im Jahre 1606, wegen der schweren, ungewohnten Arbeit, und wurden nun auf Befehl des Kurfürsten zurückgebracht und durch Zwang zur Arbeit angehalten.

Da es zur Anlage der Schiffschleusen an Wasserbauverständigen fehlte, so schrieb der Kurfürst am 19ten März 1606 an seinen Sohn, den Erbprinzen *Hans Siegismund,* er möge den Mühlenmeister *E. G. Beuchel* aus Beeskow auf einige Monate zur Anordnung der Schleusen-Arbeiten senden; der dann auch, nach dem Schreiben des Erbprinzen vom 24sten März 1606, mit vielen Segenswünschen zum guten Fortgange der nützlichen, Anlage, dort hingeschickt wurde. Um den Canalbau zu beschleunigen, liefs der Kurfürst aus Schlesien Zimmerleute und Teichgräber kommen; schrieb auch um solche an den Markgrafen *Christian* zu Baireuth, und es kamen so 90 Zimmerleute zum Canal- und Schleusenbau zusammen. Der Canal war in der Sohle oder Grundfläche, der vorhandenen Wassermenge und den Fahrzeugen angemessen, 25 Fufs breit und die Ufer waren $1\frac{1}{2}$füfsig dossirt entworfen worden.

Nachdem der Kurfürst am 18ten Juli 1608 auf der Reise von Berlin nach Cöpnik plötzlich gestorben war, wurde der Canalbau durch seinen Sohn, den Kurfürsten *Johann Siegismund,* so thätig weiter fortgesetzt,

dafs schon im Jahre 1609 ein beladenes Stromfahrzeug den Havelflufs hinauf, durch 5 hölzerne Schleusen, bis Schöpfurt gehen konnte. Unterhalb waren zwar die Schleusen auf dem Finow-Canal (früher Vinow) ebenfalls schon gebaut, aber so schlecht, dafs sie unter dem Wasserdruck den Einsturz droheten und verstärkt werden mufsten; welches wieder viele Kosten verursachte. Auch mufste das Flufsbette vertieft und die Krümmungen mufsten durchstochen werden. Ueberhaupt lag der ganzen Anlage kein richtiges Nivellement zum Grunde, weil es an Hydrotechnikern fehlte.

Als der Kurfürst im Jahre 1618 nach Preufsen ging, übertrug er dem Kurprinzen *Georg Wilhelm* die Oberaufsicht über die Ausführung des Canals, und nachdem er diesem Prinzen in demselben Jahre die Regierung abgetreten hatte, wurde der Canal, mit den 11 Schleusen, im Jahre 1620 völlig zu Stande gebracht

Mehrere der Schleusen, welche sämmtlich nur von Holz gebaut waren, konnten dem, nach einem unrichtigen Nivellement, nicht gehörig vertheilten grofsen Wasserdrucke nicht widerstehen; sie wurden zerstört, fortgerissen, und es wurden so dem Staate aus Sach-Unkunde grofse Summen verschwendet.

Nun brach der verheerende 30jährige Krieg aus; auf die Erhaltung dieser Canal-Anlagen konnten weder Sorgfalt noch Kosten gewendet werden, und die Feinde zerstörten sie dergestalt, dafs der Canal, von dem Havelflufs an bis zum Finowflufs bei Schöpfurt, 2 Meilen lang, und von da bis in den Finowflufs bei Neustadt-Eberswalde, ebenfalls 2 Meilen lang, überhaupt von dem Havelflufs bis zum Oderstrom, 5 Meilen lang, auf dem sumpfigen Boden bald so verwuchs, dafs man im Anfange des 17ten Jahrhunderts an vielen Stellen fast keine Spur mehr davon fand und derselbe ganz in Vergessenheit gerathen war. Man siehet aus diesem Beispiel, wie bald die Zeit so Manches von der Erdoberfläche vertilgen kann *).

Die Wieder-Eröffnung des völlig verfallenen und schon vergessenen Finow-Canals war dem Könige *Friedrich II.*, dem Urenkel des grofsen Kurfürsten *Friedrich Wilhelm*, vorbehalten; worüber das Weitere bald folgen wird.

---

*) Man sehe die Beschreibung des Finow-Canals von *Thomas Philipp von der Hagen*, 1785.

Nachdem der König *Friedrich Wilhelm I.* im Jahre 1720 Stettin und den zwischen dem Oderstrom und dem Peenefluſs liegenden Theil von Pommern von Schweden in Besitz genommen hatte, kam im Jahre 1737 wieder das Project zur Sprache, den Oderstrom mit dem Havelfluſs, den Finowfluſs aufnehmend, durch einen Canal zu verbinden; allein man fürchtete groſse Schwierigkeiten und die Ausführung blieb noch ausgesetzt.

So wie aber *Friedrich der Groſse* die Regierung angetreten und sein besonderes Augenmerk auf die Hebung der Cultur und Industrie gerichtet hatte, legte der Minister von *Gören* dem Könige im Jahre 1740 zwei Pläne vor: Erstlich den Oderstrom mit dem Havelfluſs, mit Benutzung des Finowflusses, und zweitens, den Elbstrom mit dem Havelfluſs, von Parey bis Plauen, durch Canäle zu verbinden.

Die Projecte wurden zwar untersucht: die Ausführung muſste aber, wegen des mit Oestreich entstandenen Krieges, ausgesetzt werden.

Nach dem Frieden kam die Angelegenheit wieder zur Sprache und die zur Lokaluntersuchung beauftragten Commissarien, Kriegesrath *Uhl,* Landbaumeister *Dames* und Fontainenmeister *Diebendorff,* sagten in ihrem Bericht, daſs sie in Neustadt-Eberswalde auf dem Rathhause Acten vom Jahre 1662 gefunden hätten, nach welchen der Kurfürst *Johann Friedrich* schon 1603 bis 1608 hier einen Canal mit den erforderlichen Schleusen habe ausführen lassen, daſs alles dieses aber im 30jährigen Kriege zerstört, verwachsen und ganz in Vergessenheit gerathen sei. Sie schlugen vor, den Oderstrom mit dem Havelflusse durch einen Canal zu verbinden, und solchen aus der Gegend bei Wrietzen, durch den Strauſs-Tersdorffschen und andere Seen, bei Rüdersdorff und Erkner in den Havelfluſs zu führen, welches aber nicht genehmigt wurde. Auch ward von ihnen dem Könige das Project vorgelegt, den Elbstrom mit dem Havelfluſs durch den sogenannten Plauenschen Canal zu verbinden. Dieser Vorschlag entsprach seinem Zwecke, und so wurde die Anlage des Plauenschen und des Finow-Canals genehmigt.

Der Plauensche Canal ward in den Jahren 1743 bis 1745 ganz ausgeführt; und zwar $4\frac{1}{4}$ Meilen lang, im Wasserspiegel 26 Fuſs breit, mit 3 Schleusen, und vom Elbestrom bis zum Havelflusse mit $16\frac{1}{2}$ Fuſs Gefälle.

Der Finow-Canal wurde bis zum Jahre 1746, dem Plane gemäſs, 30 Fuſs breit, mit 10 hölzernen Schleusen, für 110,277 Rthlr., ohne die Kosten des Bauholzes, so weit ausgeführt (und zwar, nachdem zur Beschleu-

nigung auf Befehl des Königs 600 Mann Militair zur Arbeit beordert worden waren), dafs das erste Schiffsfahrzeug schon am 16ten Juni 1746, mit 100 Tonnen Salz beladen, von dem Havelflusse nach dem Oderstrom gehen konnte. Die Fahrt war aber noch äufserst schwierig und es mufsten noch 3 Schleusen gebaut werden, welche wieder, ohne das Holz zum Bau, 35,436 Rthlr. kosteten.

Nun befahl der König, zur Beförderung des innern Verkehrs 60 Stromfahrzeuge oder sogenannte Schuten, 100 bis 115 Fufs lang, 10 bis 12 Fufs im Boden, oben 14 bis 17 breit und im Bord $3\frac{1}{2}$ Fufs tief, schleunigst bauen zu lassen. Sie kosteten, ohne das Bauholz, 35,435 Thlr. Hierdurch wurde aber der Zweck noch nicht erreicht; denn diese Schiffsfahrzeuge waren zu grofs und gingen zu tief, so dafs die Fahrt sehr schwierig war und abermals noch 3 Schleusen gebaut werden mufsten, wozu wieder eine grofse Geldsumme und eine Menge Bauhölzer erforderlich waren, welche jedoch König Friedrich der Grofse immer wieder hergab, um nur den nützlichen Zweck zu erreichen; denn, hatte er erst mit seinem ihm eigenthümlichen Scharfblick einen Gegenstand erfasset, so blieb er auch nie auf dem halben Wege stehen. Hierdurch ward nun der Canal so in Stand gesetzt, dafs ihn im Jahre 1749 schon 1342 Stromfahrzeuge passiren konnten. Die Länge des Canals wurde damals von dem eigentlichen alten Arme des Havelflusses und der, jetzt eingegangenen Düsterlackschen Schleuse an, bis zum Liepschen See, auf $6\frac{1}{4}$ Meilen gerechnet, und das Gefälle auf dieser Strecke, bis zum Liepschen See und dem Oderstrome, betrug 138 Fufs $9\frac{1}{2}$ Zoll, welches auf die 17 Schleusen vertheilt war.

Der Boden, durch welchen der Canal gezogen worden war, ist sanftwellenförmig, gröfstentheils sandig, und war früher viel waldreicher als jetzt. Ueberhaupt war die Gegend in früherer Zeit viel öder und hat erst in neuerer Zeit durch die Agricultur und Gewerbthätigkeit gewonnen.

Der Schiffahrtsweg von dem Elbe- nach dem Oderstrom ist durch die Verbindung des Havelflusses mit dem Finowflufs vermittelst des Finow-Canals entstanden und für den Handel und innern Verkehr von grofser Wichtigkeit. Auf dem Havelflufs liegen folgende Schleusen.

a) Die Rathenauer massive Schleuse,

b) die Brandenburger Schleuse, von Holz gebaut.

Von Brandenburg geht die Fahrt nach Potsdam durch den Canal, dessen Ufer in Potsdam mit Werkstücken bordirt sind, so wie durch die dort

vor einigen Jahren erbaute Brücke, welche ein schönes Werk der Brückenbaukunst ist. Die Breite des Havelflusses beträgt auf der bisher genannten Strecke, aufserhalb der Seen, von welchen der Plauer-, Trebel-, Zern- und Pessin-See die bedeutendsten sind, 15 bis 20 Ruthen. Die Tiefe der Fahrbahn ist verschieden; unterhalb Havelberg, bei Rathenau, und unterhalb Spandau kommen Stellen vor, welche beim niedrigen Wasserstande nur 3 Fufs tief sind. Mehrere Wasserläufe ergiefsen sich in den Flufs und führen ihm ihre Wasser zum schiffbaren Wasserwege zu. Die hier vorhandenen kleinen Landseen in dem flachen und zum Theil noch sumpfigen Boden geben den Beweis, dafs sie früher weit gröfser gewesen sind und dafs diese Gegend durch die Regulirung des Flufsbettes zum Wasserwege auch hier, so wie in vielen andern Gegenden, *entsumpft* worden ist.

c) Die Spandauer Schleuse, welche massiv ist, wird auf der Fahrt nach dem Finow-Canal passirt. Unterhalb dieser Schleuse mündet der Spreeflufs in den Havelflufs ein und bildet den schiffbaren Wasserweg nach Berlin, wo er durch die dortige massive, 240 Fufs lange und 24 Fufs breite Schleuse geht, und dann weiter hinauf bis zum Friedrich-Wilhelms-Canal bei Müllrose, durch welchen er mit dem Oderstrome verbunden ist. Der Spreeflufs hat zum Theil ein so geringes Gefälle, dafs er in seinem sumpfigen Bette nur gleichsam dahin schleicht. Aber auch hier hat die Regulirung des Flusses zum schiffbaren Wasserwege dem Flusse schon etwas mehr Leben gegeben und zur Entsumpfung der Gegend beigetragen; wobei jedoch noch viel zu wünschen übrig bleibt. Bei Nieder-Neuendorf geht der Hauptcanal für das Havelländische Bruch aus dem Havelflufs ab, der dort, so wie 4000 Ruthen abwärts, bei Brieselang, eine kleine hölzerne Schleuse hat, mündet unterhalb Rathenau wieder in den Havelflufs und dient besonders zur Entwässerung des niedrig liegenden Bruchs und zur Beförderung der Agricultur. Zwischen Oranienburg und den königlichen Mühlen nimmt der Havelflufs den Ruppiner Canal auf, welcher besonders zum Transport des Torfs nach Berlin und Potsdam benutzt wird. Aufserdem dient er zur Entwässerung des Bodens; wofür überhaupt in der Gegend des Havelflusses schon viel geschehen ist.

d) Die jetzt noch vorhandene Schleuse bei Oranienburg ist von Holz gebaut und jetzt baufällig. An ihrer Stelle wird eine neue massive Schleuse, dem Zweck entsprechend, 130 Fufs lang, mit 17 Fufs breiter Thor-Oeffnung erbaut werden. Zur Verbesserung der Schiffahrt wird von

der neu zu erbauenden Oranienburger Schleuse an ein Canal, $\frac{1}{2}$ Meile lang, nach dem Dorfe Pinnow gezogen, und oberhalb des Dorfes, wo sich der Canal wieder mit dem Havelflusse verbindet, wird ebenfalls eine massive Schleuse, 130 Fufs in der Kammer lang, mit 17 Fufs breiten Thoren erbaut werden.

Von der Oranienburger Schleuse weiter aufwärts, bis 120 Ruthen unterhalb des Dorfes Malz, geht die Schiffahrt auf dem Havelflusse, wo sich dann der 1900 Ruthen lange Malzer Canal abzweigt, welcher die Schiffe aufnimmt und in die sogenannte faule Havel führt. Der Malzer Canal ist in den Jahren 1826 bis 1828 zur Verbesserung der Schiffahrt zwischen dem Finow-Canal und dem Dorfe Malz, am linken Thalrande des Havelflusses gegraben, und es ist in demselben bei dem Dorfe Malz eine massive Schleuse, 130 Fufs in der Kammer lang und 17 Fufs in der Thor-Oeffnung breit, erbaut worden.

Die sogenannte faule Havel bildet den Anfang des Finow-Canals. Sie ist etwa 400 Ruthen lang und mündet bei der jetzt eingegangenen Düsterlackschen Schleuse in den Finow-Canal ein.

Die Liebenwalder Schleuse, jetzt die erste auf dem Finow-Canal, ist im Jahre 1832 bis 1833 massiv erbaut. Die Länge der Kammer ist 130 Fufs, die Thore sind 17 Fufs breit und es ist ihr das Gefälle der eingegangenen Düsterlackschen Schleuse zugelegt worden.

Das Oberwasser der Liebenwalder Schleuse steht bis zu der von Holz erbauten Zerpen-Schleuse im Niveau. Es befindet sich daher zwischen der Liebenwalder und Zerpen-Schleuse der höchste Wasserstand im Finow-Canal, und es geht von da aus die Schiffahrt durch die Liebenwalder Schleuse nach dem Havelflufs und nach dem Oderstrom durch die Zerpen-Schleuse abwärts.

Bei der Stadt Liebenwalde zweigt sich aus dem Finow- der Vofs-Canal ab, auf welchem eine massive Schleuse, in der Kammer 130 Fufs lang, mit 17 Fufs breiter Thor-Oeffnung erbaut ist.

Von der Vofs-Schleuse aufwärts, bis zum ehemaligen Gestüt Bischofswerder, auf etwa 600 Ruthen lang, ist ein der Havel angemessenes Bett gezogen, welches die von der Stadt Zehdenik kommende Havel aufnimmt. Auf dem rechten Ufer, etwa 60 Ruthen oberhalb der Vofs-Schleuse, sind zwei Frei-Archen, zusammen mit 58 Fufs im Lichten breiter Durchflufs-Oeffnung, von Holz, aber mit massiven Wänden, gleichzeitig mit

dem Vofs-Schleuse erbaut worden, welche das von Zehdenik kommende Havelwasser dem alten Havelbett bei Liebenwalde zuführen. Von da fliefst der Havelflufs, seit Erbauung des Vofs-Canals, der Schleuse und der Frei-Arche daselbst, bis 120 Ruthen unterhalb des Dorfes Malz, wie vorhin bemerkt, in seinem natürlichen Bette, ohne von der Schiffahrt berührt zu werden.

Von Bischofswerder aufwärts befindet sich die Schiffahrt, von Zehdenik kommend, in dem ursprünglichen Bette des Havelflusses. Die angrenzende Gegend besteht gröfstentheils aus Wiesen und überhaupt aus flach liegendem Boden.

Auf dem Finow-Canal folgt nun die erste, massiv erbaute Schleuse, die Liebenwalder; dann kommt die zweite, von Holz erbaute Zerpen-Schleuse; drittens die Ruhsdorfer Schleuse, deren Häupter massiv sind, während die Kammer mit Faschinen ausgepackt ist; viertens die Lesenbrücksche Schleuse, von Holz; fünftens die Grafenbrücker massive Schleuse; sechstens, die Schöpfurter Schleuse, welche massiv neu erbaut werden wird; siebentes, die Steinfurter Schleuse, welche eingehen und deren Gefälle der Schöpfurter Schleuse zugelegt werden wird; achtens, die Hegermühlsche Schleuse ist massiv; neuntens, die Wolfswinkelsche Schleuse ist von Holz; eben so, zehntens, die Drahthammer-Schleuse; eilftens, die Kupferhammer-Schleuse ist massiv; zwölftens, die Neustadt-Eberswalder Schleuse ebenfalls; dreizehntens, die Ragöser Schleuse und vierzehntens, die Stechertsche Schleuse, sind massiv; funfzehntens, die Nieder-Finower Schleuse hat Häupter von Holz, die Kammerwände sind mit Faschinen ausgepackt; das Hochwasser der Oder tritt mit dem Oberwasser der Schleuse zusammen; sechzehntens endlich, die Liepsche Schleuse, ist massiv und liegt oberhalb des Liepschen Sees, wo die Gegend schon den Character der Niederung annimmt.

Die vorgenannten Schleusen sind von verschiedener Gröfse. Auf dem Havelflufs sind sie in den Kammern 219 bis 313 Fufs lang und 23 bis 34 Fufs breit. Auf dem Finow-Canale sind sie in den Kammern 130 bis 240 Fufs lang und 20 bis 46 Fufs breit. Die auf diesem Wasserwege von dem Elbe- nach dem Oderstrom jetzt neu gebauten Schleusen sind 130 Fufs in der Kammer lang und 17 Fufs in der Thor-Oeffnung breit, und diese Maafse dürften auch zur Norm dienen, weil sie der Wassermenge und dem Schiffahrtswege angemessen zu sein scheinen und der Ungebühr, die Fahrzeuge immer gröfser zu bauen, dadurch Grenzen gesetzt wird.

Vom Oderstrom ab werden die Schiffsgefäfse auf der Fahrt durch die vorgenannte Schleusen, bis zwischen die Zerpen- und Liebenwalder Schleuse, wo die Scheitelstrecke des Finow-Canals ist, 124 Fufs gehoben, und so, entgegengesetzt, sinken sie von dort ab auf der Fahrt eben so tief bis auf den Wasserspiegel des Oderstroms hinab. Die Erd-Oberfläche dacht sich hier nicht im gleichen Verhältnifs nach dem Oderstrom ab, sondern das strömende Wasser hat sich durch Jahrhunderte das Bett so vertieft, dafs bei Neustadt-Eberswalde, und weiter unterhalb auf einige Strecken, schon über 100 Fufs hohe Thal-Ufer von verschiedenartigen Erdschichten vorkommen, die zum Theil mineralische Quellen enthalten. Von diesen Höhen hat man, z. B. vom Paschenberge aus bei Freienwalde, und bei Oderberg, angenehme Fernsichten.

Die Stromfahrzeuge, welche den Havel- und Spreeflufs beschiffen, müssen sich nach den Maafsen der Schleusen richten; die gröfsten sind 128½ Fufs lang und 14½ Fufs im Bord breit.

Die Fahrzeuge, mit welchen der Finow-Canal beschifft wird, bestehen gröfstentheils aus Oderkähnen, welche auch durch den Bromberger Canal bis auf den Weichselstrom, den Bug- und Narewflufs gehen. Ihre normalmäfsige Länge, ohne Steuerruder, ist 124 Fufs, ihre Breite 13½ Fufs, mit 2¾füfsiger Einsenkung. Aufserdem kommen Göllen, von einer leichten Bauart und ähnlicher Gröfse, so wie auch Schuten und Elbkähne vor.

Die Wichtigkeit dieser Wasserstrafse, welche der Finow-Canal und der Havelflufs bildet, hat seit ihrer Entstehung für den Handel und innern Verkehr stets zugenommen. Im Jahre 1840 sind nach den Zoll-Registern des Haupt-Steuer-Amts in Neustadt-Eberswalde folgende Schiffsgefäfse und Flöfshölzer den Canal passirt.

1. Durch die Neustadt-Eberswalder Schiffsschleuse 12 362 Schiffsfahrzeuge, beladene und unbeladene, von verschiedener Gröfse und Tragfähigkeit, und 39 097 Stück Flöfshölzer.

2. Durch die Liebenwalder Schleuse 17 029 Schiffsfahrzeuge, beladene und unbeladene, ebenfalls von verschiedener Gröfse und Tragfähigkeit, und 56 858 Stück Flöfshölzer.

3. Durch die Oranienburger Schleuse 17 329 Schiffsfahrzeuge, beladen und unbeladen, von verschiedener Gröfse und Tragfähigkeit, und 53 882 Stück Flöfshölzer, aus dem Havelflufs kommend. Vom Ruppiner

Canal kamen 6337 Schiffsfahrzeuge, beladen und unbeladen, von verschiedener Gröfse und Tragfähigkeit, und 4339 Stück Flöfshölzer.

Im Jahre 1829 hatten nach den amtlichen Verzeichnissen die Neustadt-Eberswalder Schleuse, und zwar durchschnittlich in dem Zeitraume der 6 vorhergegangenen Jahre, jährlich passirt: 8490 Schiffahrtszeuge, beladen und unbeladen, von verschiedener Gröfse und Tragfähigkeit, und 6800 Stück Flöfshölzer oder Baumstämme; mithin im Jahre 1840 3872 Schiffahrtszeuge und 32 297 Stück Flöfshölzer mehr.

Es folgt hieraus, dafs sich durch die im Jahre 1829 vollendete neue Kunststrafse von Berlin nach Stettin, durch welche sich unser hochselige, unvergefsliche König auch hier wie überall im ganzen Staate, ein unvergängliches Denkmal gesetzt hat, der Verkehr auf dem Finow-Canal oder der Wasserstrafse nicht vermindert hat. Welchen Einflufs die in der Ausführung begriffene Eisenbahn von Berlin nach Stettin, auf welcher Alles schneller sich bewegen wird, auf den Transport haben werde, kann nur erst dann beurtheilt werden, wenn sich die Verkehrs-Verhältnisse auf den verschiedenen Strafsen völlig regulirt haben werden. Der Verkehr auf der Wasserstrafse dürfte aber immer, besonders auch durch das Flöfsen des Holzes, von Bedeutung bleiben. Uebrigens kann jene Eisenbahn auf den Verkehr der grofsen Wasserstrafse durch den Bromberger Canal nach dem Weichselstrom u. s. w. keinen Einflufs haben.

Die Gegend, durch welche der Finow-Canal gezogen ist, war früher sehr öde, wie schon oben bemerkt, obgleich die Gegend nach dem Oderstrome hin, am Finowflufs (Vinow), in noch früheren Zeiten sehr bewohnt war; wie es die vielen alten heidnischen Begräbnifsplätze zeigen. Jetzt ist sie durch den Verkehr auf der Wasserstrafse sehr belebt und gut cultivirt worden. Hiezu legte *Friedrich der Grofse* den Grund, als er sein Augenmerk auf die Beförderung der Agricultur und Industrie gerichtet hatte. Diese zu befördern zog er schon 1743 viele Colonisten in's Land, und nach der Gegend von Neustadt-Eberswalde Eisen- und Stahl-Arbeiter u. s. w., weil der in der Gegend bei Biesenthal entspringende Finowflufs, und der Schwäzeflufs, die sich in der Stadt oberhalb der grofsen Mühlwerke und der Schiffsschleuse, wo auch die Kunststrafse über den Canal führt, verbinden, neben den Schleusen, in der Nähe von Neustadt-Eberswalde Wasserkraft zu Fabriken darbot. Für die aus Thüringen eingewanderten Fabricanten liefs *Friedrich der Grofse* in den Jahren 1750

bis 1753 die Fabrik- oder Vor-Stadt, aus 74 Häusern bestehend, dem Zweck entsprechend eingerichtet, bauen.

Die Fabriken (welche *Joh. Joachim Bellerman* in seinem Buche; Neustadt-Eberswalde, Berlin 1829, beschrieben hat) werden auch hier durch Anwendung der Mechanik immer weiter verbessert. Auch das Navigations-System, auf welches die Naturwirkung durch Umschaffung und Ebenung der Erd-Oberfläche unaufhaltsam ändert, wird möglichst regulirt.

Die Nachrichten von dem was hierin geschehen ist, und über den Zustand, in welchem sich die Wasserwege in der Mark Brandenburg befinden, habe ich den Herren Wasserbau-Beamten zu verdanken, welchen ich dafür hierdurch meinen verbindlichsten Dank abstatte. Mit grofsem Vergnügen sieht man, wie nützlich auch hier im Ganzen gewirkt wird.

Zweiter Abschnitt.

Bei der Zunahme der Cultur im Preufsischen Staate unter dem Könige *Friedrich Wilhelm I.*, der durch die Belebung des Landes und durch Oekonomie im Staate seine Völker beglückte (was besonders in Litthauen, wo die Anlage von Städten, Kirchen, Schulen und Domainen-Aemtern davon herrliche Denkmäler gewährt, dankbar anerkannt wird), entging es dem Scharfblicke des Königs nicht, wie vortheilhaft es sein würde, die ausgedehnten Oder- und verwilderten Warthe-Brücher, durch welche sich die strömenden Gewässer dieser Flüsse in einem Gewebe von Armen hindurcharbeiten mufsten, entsumpfen und urbar machen zu lassen.

Schon in den Jahren 1724 und 1725 wurden dazu verschiedene Entwürfe gemacht und es wurden mehrere Colonieen angelegt. Die Forstbeamten protestirten zwar gegen mehrere solche Anlagen; der König aber, obgleich Liebhaber der Jagd, fertigte sie kurz mit den Worten ab: „Besser Menschen als Schweine." Die Plane zur Fortsetzung der schon in der Ausführung begriffenen Meliorationen der Brücher legte der König Friedrich Wilhelm I. mit der Bemerkung „Für meinen Sohn" zurück.

Den Wunsch und die Absichten seines Vaters erfafste König Friedrich II., ungeachtet der vielen kriegerischen Auftritte, mit dem gröfsten Eifer.

Er liefs zuerst das Oderbruch, vom Jahr 1744 an, unter der Leitung des Obristen *v. Petri*, welcher sich im Wasserbau in den Niederlanden

unterrichtet hatte, ausmessen und Plane aufstellen zur weitern Fortsetzung und Regulirung des Wasserweges von der Mündung des Finow-Canals an, der nun schon völlig fahrbar war. Hierauf wurde mit der Urbarmachung des niedern und obern Oderbruchs, welches noch vor 100 Jahren eine grofse, versumpfte, mit Gebüsch und Sumpfpflanzen bedeckte Fläche war, unter der Leitung des *v. Petri* angefangen. Das Nieder-Oderbruch so wie ein Theil des Ober-Oderbruchs erhielt die nöthigen Wälle oder Deiche, die sehr bald ihren Nutzen für den Ackerbau und die Schiffahrt zeigten und sich auch in Folge der Zeit völlig bewährt haben. Die damals umdeichte Niederung beträgt etwa 10 Quadratmeilen und die Länge der Deiche etwa 15 Meilen. Die Schiffahrt ging nun auf dem regulirten Wege, vom Finow-Canal aus, auf der alten bis in die neue Oder; ferner auf derselben abwärts nach Stettin, und weiter, mit gröfsern Schiffsgefäfsen, bis Swinemünde, wo jetzt in der neuesten Zeit so wichtige Wasserbauwerke ausgeführt worden sind: oder auch beim Hochwasser die alte Oder aufwärts bis in die neue Oder bei Güstebiese, und so weiter den Oderstrom hinauf. Wenn nicht hinreichendes Wasser vorhanden ist, so gehet die Fahrt auf der alten Oder abwärts an Oderberg vorbei, bis in die neue Oder; dann den Oderstrom hinauf bis Cüstrin, wo der Warthefluſs in die Oder mündet; dann nach Frankfurt, wo sich, oberhalb, der Friedrich-Wilhelms-Canal mit dem Oderstrom verbindet, und weiter nach Breslau u. s. w. Für die Schiffahrt auf dem obern Oderstrome, dessen Bett sich sehr mit Sand füllt, ist in neuerer Zeit viel geschehen; indessen bleibt die Reinhaltung der Fahrbahn für den Hydrotechniker eine sehr schwierige Aufgabe.

Nun befahl der König *Friedrich II.* dem Obristen *v. Petri* im Jahre 1765, auch die Warthebrücher zu messen und eine General-Carte von denselben zu verfertigen, um auch diese Brücher urbar machen zu lassen und den Wasserweg auch auf dem Warthefluſs zu reguliren.

Die Warthebrücher waren damals eine Wüste und, gleich den Wildnissen in fernen Weltgegenden, nur zu Wasser zugänglich: entweder beim offenen Wasser auf Schiffen, oder im Winter auf der Eisdecke, auf welcher auch nur die Messungen und Untersuchungen ausgeführt werden konnten. Die ganze versumpfte Ebene war so mit Gebüsch, Rohr, Schilf und Binsen bewachsen, dafs keine Uebersicht der Gegend möglich war, und Behufs der Ausmessung erst Linien durchgehauen (geschalmt) werden mufsten. Aehnliche Wildnisse waren früher auch die Weichsel- und Me-

mel-Niederungen, und ein ähnliches, 10 Quadratmeilen grofses Bruch befindet sich im vormaligen Neu-Ostpreufsen, zwischen dem Narew und dem Boberflusse, oberhalb der Stadt Wiszna, welches indessen ebenfalls unter der Preufsischen Regierung in den Jahren 1801 bis 1806 unter meiner Mitwirkung schon bedeutend entwässert worden ist. Es zeigte sich in den Warthebrüchen, in welchen nur wilde Thiere hauseten, keine Spur, dafs sie jemals angebaut gewesen. Nur hin und wieder sind sogenannte Borgwälle (wahrscheinlich Wälle um Burgen) und mitten im sogenannten Ordensbruch sind in zwei wahrscheinlich aufgeschütteten Hügeln schlechte wendische Begräbnifs-Urnen, alte Degengefäfse und kleine Silbermünzen aus den Zeiten der Ottonen gefunden worden; welches aber noch nicht beweiset, dafs die Brücher trocken und urbar gewesen sind. Dafs sie allmälig immer mehr versumpften, liegt in der Natur der Sache, da das durch die vielen zuströmenden Wasserläufe und das von den Anhöhen herunter rieselnde Schnee- und Regenwasser sich darin sammelte und wegen des vielen auf dem Boden stehenden Gebüsches und der Sumpfpflanzen nicht abfliefsen konnte. Auch hatten die Fischer viele Arme der Wasserläufe, die ein wahres Stromgeäder bildeten, zum Behuf ihres Gewerbes verdämmt und darin Fisch- und Aalfänge gemacht, durch welche der Abflufs des Wassers nach der Oder zu noch mehr gehemmt wurde.

Vor der Urbarmachung der Warthebrücher hatte man schon wahrgenommen, dafs das Wasser nach der Verwallung des Oderbruchs in dem Wartheflusse 2 Fufs höher stand, als vor hundert Jahren, indem das Fluthprofil durch die Deiche verengt worden war; was denn die Correction, auch des Wartheflusses, noch um so nothwendiger machte.

Das Fluthwasser stieg im Jahre 1785 in dem Oderstrom und dem Warthefluſs bei Cüstrin über den niedrigsten Wasserstand 12 Fufs 4 Zoll hoch, und späterhin noch höher. Nach den Wasserstands-Tabellen, welche mir jährlich von dem Kriegesrath und Deich-Hauptmann *Schüler* in Cüstrin, mit welchem ich vom Jahre 1801 bis 1806 an der Regulirung der Ströme und Flüsse zu Wasserwegen und den Meliorationen im vormaligen Neu-Ostpreufsen zu arbeiten hatte, und der schon im Jahre 1829 das Zeitliche verliefs, nach Königsberg in Preufsen gesendet wurden, stieg das Fluthwasser am Pegel bei Cüstrin über den niedrigsten Stand im Jahre 1813 sogar 14 Fufs 5 Zoll hoch; was denn die Höhe der Deiche oder Wälle bestimmte.

Dem von *Friedrich* dem Grofsen im Jahre 1765 gegebenen Befehle gemäfs hatte die Ausmessung der sämmtlichen Warthebrücher unter der Direction des Obristen *v. Petri* und die Zusammenstellung einer General-Carte, mit Zuhülfenahme der schon früher auf Befehl des Königs *Friedrich Wilhelm I.* verfertigten Vorarbeiten, ihren Fortgang. Der Obrist *v. Petri* hatte sich durch vieljährige Erfahrungen solche Schätze von Kenntnissen gesammelt, dafs er gleichsam zum Lehrer der Hydrotechniker für diese Gegend geworden war. Er war ein sehr redlicher, gerader Mann, und in seinen Verrichtungen so überaus pünctlich, dafs er sich auf seine Untergebenen ohne eigene augenscheinliche Ueberzeugung selten verliefs; welches ihm dann den unverdienten Vorwurf des Eigensinns zuzog und auch, zum Nachtheil des Unternehmens, die Folge hatte, dafs er nachher ganz davon ausgeschlossen wurde. Mit jenen Eigenschaften war er aber gerade der Mann, dessen Rath nicht hätte verachtet werden sollen; wenn man ihn selbst auch zur Ausführung für zu alt oder für zu bedenklich halten mochte.

Auf der unter seiner Leitung verfertigten General-Carte, die ihm immer zur Ehre gereicht, projectirte er die Deiche oder Verwallungen und machte danach die Kosten-Anschläge zu der Ausführung; projectirte auch die Ableitung des Wartheflusses, fafste darüber im November 1766 ein umfassendes, gründliches Gutachten ab, bat aber ausdrücklich um höhere und sorgfältige Prüfung des Planes. Dieser Antrag wurde jedoch nicht beachtet, sondern der Plan ohne weiteres durch den Geheimen Finanzrath *v. Brenkenhof* dem Könige vorgelegt. Der rastlose, lebhafte, thätige *Brenkenhof* überging wohl die Bitte des *v. Petri,* den Plan noch erst genau prüfen zu lassen, in dem dem Könige gemachten Vortrage vielleicht deshalb ganz, um noch leichter beinahe den vierten Theil von der Anschlags-Summe abzusetzen, ja, was noch mehr war, um von der vorzuschiefsenden Summe sogleich von Anfang an die Zinsen zu versprechen, die zu einem wohlthätigen Erziehungs-Institut verwendet werden sollten. Dies war denn ein sehr gewagtes Verfahren; indessen hatte es, wenigstens für den Augenblick, den guten Erfolg, dafs der König den Plan selbst genehmigte und zu dessen Ausführung im December 1766 350 000 Thlr. bewilligte. Der kühne *Brenkenhof* hatte so das Verdienst, wenigstens die Bahn zu der wichtigen Ausführung des Werkes zu eröffnen. Hätte er mit der Kühnheit und Lebhaftigkeit, womit er diesen, so wie jeden

Entwurf auszuführen wagte, auch hinreichende Kenntnifs verbunden, um den Plan und die hydrotechnischen Gegenstände, auf welche es hier besonders ankam, prüfen zu können, so würde er in der Ausführung glücklicher gewesen sein. Er glaubte aber den Wasserbau zu verstehen, nur weil er im Anhaltschen die Elbdämme (Deiche), die damals noch wenig Kunst in der Anlage verriethen, in Aufsicht gehabt hatte, und neue Wirthschaften einrichten zu können, weil er mehrere Jahre selbst mit Glück gewirthschaftet hatte. Er baute alles auf theilweise Erfahrung und wollte auf umfassende mathematische Einsichten nicht achten. Aehnliche Vorurtheile verleiteten ihn auch bei der Wahl seiner Untergebenen. So meinte er, Jemand, der im Oderbruch erzogen war, müfste alles aus Erfahrung wissen und könne die Aufsicht über die künstliche Ausführung der Anlagen führen, ungeachtet er vom Wasserbau weder theoretische noch practische Kenntnisse besafs; ein Anderer, der nur bei Bauten über die Arbeiter die Aufsicht als gewöhnlicher Bau-Aufseher geführt hatte, könne und sollte die Ausführung besorgen.

Vor allen Dingen wäre es, nachdem die Königliche Genehmigung der Ausführung erfolgt war, nach den vorhergegangenen Verhandlungen, nöthig gewesen, zu erwägen, ob man den gut ausgearbeiteten Plan des Obristen *v. Petri* ganz, oder doch zum Theil beibehalten, oder andere Principien feststellen müsse. Es wurde aber dagegen das ganze Project, ohne darüber mit *v. Petri* zu conferiren, bei Seite gelegt. Man machte statt dessen kein neues zu der ganzen Bedeichung oder Verwallung, weil man darüber erst Erfahrungen von Jahr zu Jahr sammeln wollte. Die Entwürfe oder Plane sollten jährlich und stückweise aufgestellt werden. Und so gab es denn gar keinen zusammenhängenden Plan zur Ausführung der Verwallung und Urbarmachung der Brücher.

Im Anfange des Jahres 1767 wurde theilweise und ohne richtiges Nivellement so schnell mit dem Werke angefangen, dafs man sich darüber verwundern mufste. Allein im Frühling 1768 kam eine hohe Fluth, zerstörte mehrere neue Anlagen, und man wurde nun belehrt, welche Fehler in der Ausführung man schon gemacht hatte. Es entstand jetzt eine bange Ungewifsheit, wie weiter fort zu fahren sei. Es wurden verschiedene Wasserbauverständige berufen, um ihre Meinung und Gutachten über die weitere Ausführung zu geben. Dabei aber wurde leider! wieder der *v. Petri*sche Plan so wenig in Betracht gezogen, als wäre er gar nicht

vorhanden gewesen. Im Grunde wurde auch bei dieser Gelegenheit nichts Wesentliches für das Ganze beschlossen, sondern man beschränkte sich nur auf einzelne Dinge. Die Arbeiten wurden stückweise, weil das Hauptproject zerrissen war, bis zum Jahre 1775 fortgesetzt, wo im Frühlinge das grofse Fluthwasser wieder Vieles völlig zerstörte.

Diese Beschädigungen waren nun aber so bedeutend, dafs sie aus dem fast erschöpften Baufonds nicht wieder hergestellt werden konnten. Sie mufsten also dem Könige angezeigt und es mufsten neue Kosten-Anschläge gemacht werden, welche noch 50 000 Thlr. verlangten, die auch der König endlich zwar bewilligte, aber darüber unwillig wurde und davon Veranlassung nahm, den Herrn *v. Brenkenhof* von dem Verwallungsgeschäft zu entfernen und solches dem Kammer-Präsidenten Grafen *v. Logau* zu übertragen *). Die Angelegenheit erhielt jetzt wieder neues Leben, und die Ausführung wurde näher bestimmt. Nach den Anschlägen waren 205 000 Thlr. dazu erforderlich. Diese Berechnungen wurden auf Königlichen Befehl von dem Minister Freiherrn *Waitz v. Eschen* und dem Grafen *v. Logau* geprüft. Beide hatten aber keinen Wasserbauverständigen zur Hülfe, der der Gegend kundig gewesen wäre. Sie mufsten Demjenigen allein vertrauen, der das neue Project gemacht hatte. Dieser blieb dabei stehen. Es wurde den Commissarien das *v. Petri*sche Project nicht vorgelegt: sonst würde unfehlbar darauf Rücksicht genommen worden sein. Das neue Project wurde ohne Abänderung angenommen und endlich vom Könige genehmigt.

Hierüber ging die Bauzeit im Jahre 1775 vorüber. Im Jahre 1778 wurden die Arbeiten durch den Baierschen Feldzug unterbrochen und der König liefs den Bestand der Baucasse einziehen. Nach beendigtem Feldzuge, 1779, liefs aber der König untersuchen, was noch auszuführen sei und wies dazu nach und nach noch 231 089 Thlr. an.

Um nun in die Ausführung und überhaupt in den ganzen Plan Zusammenhang zu bringen, ward jetzt ein eigentlich Wasserbauverständiger zum Deichhauptmann bestellt und es wurden demselben ein Bau-Inspector und zwei Deich-Inspectoren zugeordnet; zugleich wurden Verwallungs-Deputirte aus den Interessenten eingesetzt und so eine Deich- und Ufer-Ord-

---

*) Man sehe die Nachrichten von der Verwallung und Urbarmachung der Warthebrücher, vom Kammer-Director *Stubenrauch*, 1787, mit einer Carte, worin auch die auszuführenden Bauwerke etc. speciell beschrieben sind.

nung vorläufig gegründet. Der hydrotechnischen Commission war der nun einmal vorliegende Plan zur weitern Ausführung vorgeschrieben. Die Ausführung kam jetzt in ordnungsmäfsigen und schnellen Betrieb, wovon sich der König, dessen Augenmerk stets auf dieses wichtige Unternehmen gerichtet war, durch eine Revision im Jahre 1780 die Ueberzeugung verschaffen liefs, und ging bis zum Jahre 1781 ohne Störung fort.

Im Jahre 1782 wurden mehrere Coupirungen der Neben-Arme des Wartheflusses ausgeführt, wovon die des Woxes die bedeutendste war. Diese Coupirungen, und überhaupt die Strombauwerke, wurden so ausgeführt, wie sie der Ober-Landes-Baudirector *Eytelwein,* der bei der Ausführung zugegen war, in seinem Werke: Practische Anweisung zur Construction der Faschinenwerke im Jahre 1800 speciell beschrieben und durch Zeichnungen erläutert hat.

Nach demselben schätzbaren Werke habe ich, im Vorbeigehen bemerkt, auch die Strombauwerke zur Verbesserung der Schiffahrt auf dem Bug-Pissek- und Narewflufs in Neu-Ostpreufsen, vom Jahr 1801 an, bis zum Jahr 1806, so wie zur Regulirung und Verbesserung der Schiffahrtsbahn auf dem Memelstrom, von der Preufsischen Grenze beim Hauptzoll-Amte Schmaleningken an, bis unterhalb Grodno, auf eine Länge von 54 Meilen, unter der obern Direction des etc. *Eytelwein,* mit dem Kriegesrath und Bau-Director *Schüler* gemeinschaftlich ausgeführt, und sie haben auch den dortigen Fluthen und Eisgängen, die in jener nördlichen Gegend sehr zerstörend sind, kräftig widerstanden; wie ich solches in meinen „Beiträgen zur Kunde Preufsens von 1819 bis 1821" speciell beschrieben habe. Zur Verbesserung der Schiffahrt auf dem Memelstrome und zur Regulirung der Landesgrenze, welche derselbe auf vorgenannte Strecke bildet, war hiebei höhern Orts eine combinirte Königlich-Preufsische und Kaiserlich-Russische Commission zu bilden angeordnet und es war conventionsmäfsig festgesetzt, dafs die Nivellements und die Veranschlagungen durch Preufsische Hydrotechniker geschehen, dagegen die Ausführung unter gegenseitiger Controlle erfolgen sollten. Bei der Ausführung ergab sich bald, dafs die Russischen Commissarien im Faschinenbaue nicht geübt waren; es wurden mehrere Ingenieur-Officiere vom hydraulischen Corps bei der Ausführung zugezogen, und es wurde diese für sie als eine Schule betrachtet. Der General-Major *v. Falconi* schickte mehrere Exemplare des oben gedachten etc. *Eytelwein*schen Werks an das Wasser-Communications-Departement in St. Peters-

burg, und so wurde es zum Lehrbuch in Rufsland, ohne gerade seiner öffentlich zu erwähnen. Auch die Strombaue in Ost-Preufsen, wo es im Jahre 1806 noch Werke von starken eingerammten Pfählen, mit Strauch ausgepackt und mit Feldsteinen ordnungslos belastet, gab, habe ich nach dem *Eytelwein*schen Werk ausgeführt, und sie haben sich bewährt.

Was nun die weitern Baue in den Warthebrüchern betrifft, so liefs der König solche im Jahre 1783 von neuem revidiren und war mit dem guten Fortgange zufrieden, indem die Ansiedelung schon bedeutend vorgeschritten war. Die Ansiedler erklärten sich jetzt schon, die Wälle unterhalten zu wollen. Der Johanniter-Orden (welcher dort Besitzungen hat) erklärte sich zur Hergabe der Kosten zur Instandsetzung einiger Schäden, weil er dabei sehr interessirt war.

So wurde denn dieses bedeutende Werk trotz aller Hindernisse zu Stande gebracht. Dafs, besonders anfänglich, bis sich das Fluthwasser, welches in seinem Laufe gehemmt war, wieder in Beharrungsstand gesetzt hatte, hin und wieder Damm- oder Deichdurchbrüche entstehen konnten und manche Beschwerden der Ansiedler vorkamen, liegt in der Natur der Sache. Und dafs bei Wasserbauten, besonders bei Werken, wo zufällige Ereignisse, entweder durch Naturwirkungen, oder durch sonstige Verhältnisse vorkommen können, die Kosten nicht mit zulänglicher Sicherheit vorausgesehen werden können, um mit der Anschlagssumme zuverlässig auszukommen, war *Friedrich* dem Grofsen bei seiner umfassenden Umsicht genugsam bekannt.

Es entstand jetzt, besonders bei den Finanzmännern, der Zweifel, ob das Werk der Regierung auch so viel einbringen werde, als es gekostet hatte. Dafs es indessen nicht darauf ankommt, von dem ausgelegten Capital sogleich die Zinsen zu ziehen, sondern vielmehr darauf, dem Lande durch Erhöhung der Cultur und Industrie Leben zu geben, durch welches es kraftvoll und reich wird, und worauf die ausgegebenen Kosten nach und nach von selbst wieder in die Staatscassen fliefsen, war die Ansicht *Friedrich* des Grofsen, dessen Werke, die länger als Denkmäler von Erz und Stein bestehen werden, seinen Ruhm bis in die späte Nachwelt verkünden.

Das Resultat der vorbeschriebenen Operationen war, gemäfs der schon gedachten Nachricht des Kammer-Directors *Stubenrauch* in seinem Werke vom Jahre 1787, folgendes. Es waren urbar gemacht worden 95 201 Morgen

und 139 Quadrat-Ruthen Magdeburgisch, oder etwa 4¼ Quadrat-Meilen Land. Davon waren noch theils uneingetheilter, theils der Ueberschwemmung ausgesetzter Boden, aus Wiesen, Hütung und wüstem Bruch bestehend, zusammen 38 020 Morgen und 179 Quadrat-Ruthen. Solche tiefe Stellen kommen auch in andern umdeichten oder umwallten Niederungen vor: z. B. in der Weichsel-Niederung, wo jetzt eine Menge Windmühlen zum Ausschöpfen des Wassers gebaut sind, die zum Theil auch zum Mehlmahlen u. s. w. benutzt werden. Zum Schutz der urbar gemachten Flächen gegen das Fluthwasser und zur Regulirung des Wartheflusses, welcher den schiffbaren Wasserweg von dem Oderstrom bei Cüstrin bis zur Grenze bei Zantoch 8 Meilen lang bildet, waren überhaupt 14½ Meilen Dämme oder Deiche geschüttet und der Deich-Societät, gemäfs der Deich- und Ufer-Ordnung, zur Erhaltung übergeben worden. In den damals urbar gemachten Brüchern befanden sich 1088 ursprüngliche und 1755 neu etablirte Colonisten-Familien. Die von dem Könige hergegebenen Gelder zur Urbarmachung und Verwallung und zur Wiederherstellung der Wasserschäden, zur Etablirung von 1360 Büdner-Familien und zu der Anlage mehrerer Etablissements u. s. w. betrugen zusammen 1 027 915 Thlr. 21 Gr.

In dem grofsen, weit umfassenden Plane des Königs lagen zweierlei Zwecke: Erstlich, Wasserstrafsen zu schaffen, oder die vorhandenen zu verbessern, um den Handel und Verkehr des Staats zu beleben; und zweitens, den Ackerbau durch Trocknung der Sümpfe zu befördern. Diese beiden Zwecke wurden auch hier durch die Urbarmachung der Oder- und Warthebrücher erreicht.

Der Warthefluſs, welcher an der Oberschlesischen Grenze entspringt, in seinem Laufe Posen und Schwerin berührt, beim Dorfe Bokow in die Neumark tritt und den Darfluſs, vereint mit dem Netzfluſs, bei Zantoch aufnimmt, war nun zum schiffbaren Wasserwege regulirt, so daſs er beim Hochwasser aufwärts bis Posen mit Oderkähnen beschifft werden konnte, wodurch der Verkehr schon sehr gewonnen hatte. In Polen, wo damals für die Land- und Wasserwege nichts geschah, war aber das Bett des Flusses ganz verholzt und verwildert. Auch ich habe es noch in diesem Zustande gesehen. Es wurde erst unter Preuſsischer Herrschaft schiffbar gemacht.

In dem umfassenden Meliorations-Plane *Friedrich* des Groſsen lag schon die Absicht, die Schiffbarmachung der Warthe nach den damaligen

Verhältnissen möglichst auszudehnen, und hierzu fand sich durch die Besitznahme West-Preufsens im Jahre 1772 Gelegenheit. Es konnte jetzt der Netzflufs, der seine Quellen in einer Kette von kleinen Landseen bei dem Städtchen Cruswici hat und von dort nach Nackel und weiter durch die versumpfte Bruchfläche bis zum Wartheflufs bei Zantoch sich hinunter schlängelt, zum schiffbaren Wasserwege regulirt und das Netzbruch, so weit es das Gefälle erlaubte, ohne Bedeichung urbar gemacht werden. Die Gegend am Netzflufs ist in den frühesten Zeiten sehr bevölkert gewesen, wie es die dort gefundenen Urnen beweisen.

Dieses Werk übertrug der König wieder dem Herrn *v. Brenkenhof,* da die Ausführung der Urbarmachung der Warthebrücher, die er leitete, bis dahin noch ziemlich rasch gegangen war, so dafs nun auch mit der Regulirung des Netzflusses zum schiffbaren Wasserwege und mit Entsumpfung des Netzbruches vorgegangen wurde.

(Fortsetzung folgt.)

13.

Auszug aus den Nachrichten des Herrn F. A. Ritters v. Gerstner über Eisenbahnen, Dampfschiffahrt und andere öffentliche Unternehmungen in Nord-Amerika.

Der Herr *F. A.* Ritter *v. Gerstner,* der berühmte und verdiente Erbauer der ersten Eisenbahnen in Oesterreich und Rufsland, Verfasser des geschätzten Handbuchs der Mechanik etc., hat von einer Reise, die er in den Jahren 1838 und 1839 in Nord-Amerika gemacht hat, um die dortigen Eisenbahnen, Canäle und andere öffentliche Unternehmungen zu sehen und näher kennen zu lernen, höchst interessante Nachrichten von diesen Gegenständen gegeben und solche durch deutsche Zeitungen veröffentlicht, auch diese seine in den Zeitungen zerstreuten Berichte in ein 8½ engbedruckte Bogen füllendes Heft (mit der Schrift des gegenwärtigen Journals würde solches wohl 16 bis 18 Bogen füllen) zusammendrucken lassen. Durch die Güte des Herrn Verfassers ist auch der Herausgeber des gegenwärtigen Journals in den Besitz eines Exemplars dieses Hefts gelangt, und durch die Buchhandlungen waren Exemplare davon gegen Erstattung der Versendungskosten von Leipzig aus zu haben. Es sind also die Berichte des Hrn. etc. *v. Gerstner,* die auch für den Architekten um so wichtiger und nützlicher sein dürften, da es ein so geübter und vollkommner *Sachkenner* ist, der sie giebt, allerdings hinreichend öffentlich bekannt geworden. Indessen wird es Denjenigen, welche sich für die Gegenstände der Berichte näher interessiren, also auch den Lesern des gegenwärtigen Journals, und dann besonders Denjenigen, welchen etwa die Nachrichten nur einzeln in den Zeitungen zu Gesicht gekommen sein möchten (und dieser

werden wohl die meisten sein), nicht unangenehm sein, Das, was sie aus den Berichten besonders und bleibend merken möchten, näher zur Hand zu haben und zu behalten. Der Herausgeber dieses Journals glaubt daher, dafs es den Lesern des Journals vielleicht nicht unangenehm sein werde, wenn ihnen das Journal die Mühe, sich aus den Berichten des Hrn. etc. *v. Gerstner* Auszüge und Notizen zu machen, abnimmt und ihnen, und zwar nicht blofs Dasjenige, was besonders den Baumeister interessiren kann, sondern auch das Uebrige, was immer von grofsem Interesse für Jeden ist, hier in gedrängter Kürze vorlegt. Besonders wird auch bei dieser Mittheilung den Lesern, vorzüglich denen im Preufsischen Lande und dann überhaupt in Deutschland, noch dadurch eine nicht unbedeutende Mühe erspart und eine Erleichterung verschafft werden, dafs man in dem hier folgenden Auszuge alle Angaben von fremden Maafsen, Gewichten und Geld auf Preufsische Maafse, Gewichte und Geld reducirt finden wird, welche Maafse etc. den Bewohnern des Preufsischen Landes genau bekannt, den übrigen Deutschen aber gewifs wenigstens geläufiger und deutlicher sein werden, als die engländischen, französischen und andere fremdländische Maafse, Gewichte und Geldsorten. In der That lassen sich, wie schon öfter bemerkt, ganz deutliche Vorstellungen von Dingen, bei welchen es auf Maafs, Gewicht und Geld ankommt, nur dann erst erlangen, wenn die Maafse, Gewichte etc. in solchen angegeben sind, deren man gewohnt ist. Ohne das ist jede Beschreibung eigentlich nur halb, oder nur dunkel verständlich. Will man zu einer deutlichen Vorstellung gelangen, so mufs man nothwendig erst die auf fremde Maafse, Gewichte etc. sich beziehenden Zahlen *reduciren,* und diese Rechnung ist beschwerlich; auch geht offenbar viel Mühe und Arbeit verloren, wenn *jeder* Leser erst *für sich* die Reduction machen soll, also das Gleiche, was nur einmal zu thun nöthig ist, vielfach wiederholt werden mufs. Der Herr Verfasser hat zwar schon selbst Mehreres in Preufsischem Maafs und Gewicht ausgedrückt, aber doch nur Einzelnes, und bei den meisten Angaben bleibt die Reduction noch zu wünschen, die freilich dem Herrn Verfasser selbst, auf der Reise offenbar zu beschwerlich sein mufste. *Vorzüglich* auch dieser Reduction wegen glaubt daher der Herausgeber des gegenwärtigen Journals, dafs die hier folgende auszügliche Mittheilung nicht für überflüssig zu erachten sein werde. Gerechnet sind der Dollar zu 1 Thlr. $12\frac{2}{3}$ Sgr., der

Franc zu 8 Sgr., der Rubel Ass. zu 9 Sgr.; die Maafse und Gewichte nach den im 4ten Hefte 12ten Bandes dieses Journals S. 309 etc. mitgetheilten Tafeln *).

Erster Bericht, aus Boston, vom 15ten Januar 1839.

Erie-Canal und Eisenbahn längs demselben. Andere Bahnen in den Staaten New-York und Massachusetts.

Der Herr Verfasser reisete am 27sten October mit dem Dampfschiffe Great-Western von Bristol ab und langte am 15ten November (also in Zeit von 20 Tagen) in New-York an.

Die Erreichung der Absicht, nähere Kenntnifs von öffentlichen Unternehmungen in den vereinigten Staaten zu erlangen, wird dort dadurch sehr erleichtert, dafs über jede solche Unternehmung jährlich ein umständlicher Bericht an die Theilnehmer erstattet wird. Von den Berichten, welche z. B. eine Eisenbahngesellschaft jährlich an die Regierung erstatten und deren Genauigkeit durch die Direction eidlich bekräftigt werden mufs, läfst dieselbe viele Exemplare drucken und vertheilen. Auch nimmt man in Amerika keinen Anstand, die über eine öffentliche Unternehmung geführten Bücher Jedermann zur Einsicht vorzulegen.

Der Haupt-Impuls zu den vielen, erst in den letzten 20 Jahren in Nord-Amerika unternommenen Canälen und Eisenbahnen gab der *Erie*-Canal. Sein Zweck ist, die westlichen überaus fruchtbaren Staaten Michigan, Indiana, Illinois und Ohio, so wie den westlichen Theil von New-York mit dem Hudsonflusse und so mit dem Haupt-Handelshafen von Nord-Amerika,

---

*) Ein neuer, leider nur zu trauriger Anlafs, die Mittheilungen des Hrn. v. *Gerstner* auch hier aufzubewahren, findet sich noch in der auch durch die Zeitungen bekannt gewordenen Nachricht, dafs der verdiente Hr. Verfasser in der Mitte seiner thätigen Laufbahn, in Amerika zum wahrhaften Bedauern so Vieler mit Tode abgegangen ist; so, dafs also diese Mittheilungen gleichsam seine *letzte* Arbeit sind.

New-York, zu verbinden. Der Canal erstreckt sich von Albany am Hudson bis Buffalo am Erie-See und ist 77½ Meilen und mit seinen Neben-Armen 136¾ Meilen lang. Auf diese Länge kommen 394 Schleusen, 72 Aquaducte und 1065 Brücken vor. Der Hauptcanal ist 38,8 Fuſs breit, 3,9 Fuſs tief und hat einfache Schleusen. Die Neben-Arme sind weniger breit und tief. Die Baukosten für den Hauptcanal und für die später erbauten Nebencanäle betrugen 17⅓ Mill. Thaler, welche vom Staate New-York groſsentheils durch Darlehen aufgebracht wurden. Anfangs wurde, da man fürchtete, der Ertrag der Zölle auf dem Canal möchte die Zinsen der Anlagekosten nicht decken, eine Taxe auf Auctionen, Salz und Dampfschiffe dem Canal-Fonds zugewiesen. Die jährliche Einnahme betrug 1821 erst etwa 3100 Thlr., 1822 schon 63 000 Thlr., 1823 etwa 170 000 Thlr., 1824 schon etwa 412 000 Thlr. So stieg sie weiter, bis sie 1830 schon etwa 1⅔ Mill. Thlr. und weiterhin mehr als 2 Mill. Thlr. erreichte. In den achtzehn Jahren von 1821 bis 1838 betrug die Einnahme zusammen 21 624 131 Thlr. Die Kosten der Zoll-Erhebung und der Reparaturen betrugen etwa den dritten Theil davon. Der reine Gewinn deckte also in wenigen Jahren nicht allein die Kosten, sondern gewährte dem Staate, dafür, daſs er seinen Credit für die Anlagen hergegeben hatte, eine Quelle bedeutender Einnahmen, während der Canal den Wohlstand des Landes ungemein förderte. Der Canal wird jetzt von 2500 Booten befahren, bei welchen 12 000 Menschen beschäftigt sind. Wegen der durch die schnelle Entwicklung der westlichen Staaten entstandenen Vergröſserung des Verkehrs wird man jetzt den Hauptcanal bis auf 68 Fuſs verbreiten und bis auf 6¾ Fuſs vertiefen, die Schleusen doppelt bauen und die Straſsenbrücken überbauen, was 21 bis 28 Mill. Thlr. kosten wird und was man in 5 bis 6 Jahren auszuführen gedenkt. Auſserdem wird man noch zwei Seitencanäle, von 39¾ Meilen lang, ebenfalls auf Staatskosten, für 8⅓ Mill. Thlr. bauen; so, daſs dann die ganze Länge des Canals und seiner Neben-Arme 176½ Meilen betragen wird. Nirgend auf der Erde giebt es einen Canal von solcher Ausdehnung, der, in wenigen Jahren ausgeführt, so groſse Resultate gehabt hätte.

Auf dem Erie-Canal werden auch Reisende in eigenen Booten befördert. Da aber dies für den gröſsern Verkehr nicht hinreicht, so haben sich 7 Actien-Gesellschaften, gröſstentheils aus Grund-Eigenthümern, Ge-

werbsleuten aus der Gegend und aus Kaufleuten, die dort Handel treiben, gebildet, um in 7 verschiedenen, unter einander in Verbindung stehenden Strecken, in dem Thalwege des Canals *eine Eisenbahn* zu bauen. Diese wird 68 Meilen lang werden und ist bis auf etwa 8 Meilen, die 1839 werden angefangen werden, durchweg in der Ausführung begriffen. Der Gewinn, welchen sich die Anwohner von der Eisenbahn versprechen, wird für wichtiger gehalten, als die Dividende von den Actien; daher sind auch nur von zwei Staaten die Actien an die Börse gebracht worden. Alle übrigen haben die Anwohner behalten.

Alle Eisenbahnen in Nord-Amerika gehen gleich dieser *durch* die Städte, und häufig gehen auch durch lebhafte Strafsen Zweige der Bahnen. In volkreichen Strafsen wird aber auf den Bahnen immer nur mit *Pferden* gefahren.

Die Benutzung der Eisenbahnen während der schneereichen amerikanischen Winter findet keine Schwierigkeit; auch nicht in den Hohlwegen. Man fährt auf den Bahnen Tag und Nacht; letzteres besonders der Briefpost wegen. Der Post ist dann ein eigener Wagen eingeräumt. Derselbe enthält ein geheiztes Zimmer, mit einem Briefsammelkasten. In dem Zimmer sitzt der Postbeamte und vertheilt während der Fahrt die Briefe in 20 und mehrere Fächer. Vor der Ankunft werden sie in ein ledernes Felleisen verschlossen, welches abgegeben und dagegen ein neues angenommen wird; was nur 2 Minuten aufhalten darf.

Die Kosten der Eisenbahnen sind nach der Beschaffenheit des Terrains sehr verschieden. Meistens haben die Actiengesellschaften, besonders die, welche aus Land-Eigenthümern bestehen, eine bestimmte und dem Verkehr entsprechende Summe im Voraus festgesetzt, und es ist nun Sache des Ingenieurs, damit wo möglich auszukommen. Man zieht in Amerika eine mittelmäfsige Eisenbahn, auf welcher man nur $1\frac{1}{2}$ bis 2 Meilen in der Stunde fährt, einer andern Strafse vor, auf welcher man doppelt so viel Zeit braucht. Die Eisenbahnen werden, bis ins Detail, *nach den örtlichen Verhältnissen* eingerichtet und niemals nach einem allgemeinen Muster gebaut; die Ausführung dauert immer nur wenige Jahre. Aus dieser grofsen Verschiedenheit der Anordnung läfst sich viel lernen. Auf den 7 Strecken der Bahn am Erie-Canal sind die Kosten von 33200 bis

zu 478125 Thlr. für die Meile verschieden, während die Schienen überall für Dampfkraft stark genug sind.

Im Staate New-York sind jetzt zusammen 86 Meilen vollendete Eisenbahn vorhanden, und 194 Meilen, die in 3 bis 4 Jahren vollendet sein werden, im Bau begriffen. Zur Unterstützung dieser Unternehmungen hat der Staat zusammen etwa 6540000 Thlr. Darlehne bewilligt, wovon ein grofser Theil schon bezahlt ist; das Uebrige erfolgt, so wie die Arbeiten fortschreiten.

Die Kosten der sämmtlichen, theils schon eröffneten, theils im Bau begriffenen Canäle und Eisenbahnen im Staate New-York betragen etwa 89 Mill. Thlr., welches, da die Bevölkerung dieses Staates 1830 1918608 Seelen betrug und jetzt etwa $2\frac{1}{2}$ Millionen Menschen sein dürfte, auf jeden Kopf 35 Thlr. 18 Sgr. für Eisenbahnen und Canäle giebt.

Im Staate Massachusetts findet man die solidesten, den europäischen ähnlichsten Eisenbahnen. Die vollendeten Bahnen erstrecken sich von Boston nach Worcester, Providence, Lowell und Salem, und von Providence nach Stonington, von Lowell nach Nashua, von der Lowell-Bahn nach Haverhill und von der Providence-Bahn nach Taunton, zusammen $45\frac{1}{2}$ Meilen lang. Angefangen sind die Bahnen von Salem nach Newburypon und von Worcester nach Weststockbridge und nach Norwich, zusammen $42\frac{1}{4}$ Meile lang. An Darlehnen hat zu diesen Bahnen der Staat zusammen 4465776 Thlr. bewilligt, was, da die Bevölkerung des Staates etwa 700000 Seelen ist, etwa 6 Thlr. 12 Sgr. auf den Kopf für Darlehne zu Eisenbahnen beträgt. Die Anleihen sind sämmtlich in England gemacht; die letzte 5procentige Anleihe zu 10 p. C. über den Nennwerth.

Die Eisenbahn von Boston über Albany nach Buffalo am Erie-See, 111 Meilen lang, wird in 2 bis 3 Jahren ganz beendigt sein. Fast genau eben so lang ist die Strafse von St. Petersburg über Moscau nach Kolomna. Der Zweck der amerikanischen Bahn ist, die fruchtbaren westlichen Staaten mit dem Hafen von Boston zu verbinden: der der russischen Bahn würde die Verbindung der eben so fruchtbaren Wolga-Gegend mit Moscau und Petersburg sein. In Amerika fing man die Bahn

mit der 6873 Ruthen langen Strecke von Albany nach Schenectady 1832 an: in Rufsland 1836 mit der eben so langen Strecke von Petersburg nach Zarskoe-Selo. Die amerikanische Bahn wurde von Privatleuten mit Unterstützung der Regierung unternommen: warum sollte nicht das Gleiche auch in Rufsland durchzuführen sein!

(Fortsetzung folgt.)

14.

Ueber Anordnung der Röhrenleitungen mit Verzweigungen und die Bestimmung ihrer Abmessungen unter gegebenen Umständen.

(Von dem Herrn Ober-Landes-Bau-Director *Eytelwein* zu Berlin.)

---

§. 1.

Die Bewegung des Wassers in einfachen Röhrenleitungen, also in solchen, welche keine Verzweigungen oder Seitenableitungen haben, ist zuerst von *Du Buat* nach hydraulischen Grundsätzen vollständig bearbeitet worden, und durch neuere Untersuchungen ist dieser Gegenstand so weit gediehen, dafs die Anordnung einer solchen einfachen Leitung unter gegebenen Umständen keinem Zweifel unterworfen ist. Ueber die Bewegung des Wassers in Röhrenleitungen mit vielen Verzweigungen und die darauf zu gründende Anordnung einer solchen Leitung, sind mir keine vollständig zureichende Untersuchungen bekannt. *Du Buat* äufsert sich hierüber, *(Principes d'Hydraulique, Tome I. §. 293.)* dafs sich diese Aufgabe allgemein genommen nicht streng und genau auflösen lasse, und dafs man bei der Einrichtung eines solchen Werkes mehrere Verbindungen mittelst Rechnung versuchen und unter diesen die vortheilhafteste auswählen solle. Eine solche Rechnung hat aber derselbe nicht mitgetheilt; daher scheint es mir angemessen näher auseinander zu setzen, wie diese Aufgabe zu lösen und in der erforderlichen Allgemeinheit so zu behandeln ist, dafs in vorkommenden verwickelten Fällen dennoch Dasjenige, was zur Anordnung nothwendig ist, leicht gefunden werden kann.

§. 2.

Zur bessern Uebersicht und Begründung der hier vorkommenden Ausdrücke werde vorausgesetzt, dafs *ABCD*, Figur 1., den Grundrifs eines hinlänglich weiten Behälters vorstelle, an welchem sich nur eine gerade cylindrische, wagerechte Röhre l befinde, und dafs durch einen ununterbrochenen Zuflufs das Wasser im Behälter unveränderlich auf einer sol-

chen Höhe erhalten werde, welche der durch die Röhre l ausfließsenden Wassermenge entspricht. Es bezeichne

l die Länge der wagerechten Röhre,
d den Durchmesser der Röhre,
c die Geschwindigkeit des Wassers in derselben,
M die in jeder Secunde ausfließsende Wassermenge und
H die Druckhöhe oder die vertikale Entfernung der Mitte der Ausflußöffnung von der erweiterten Ebene des Wasserspiegels im Behälter.

Nun ist, wenn α den entsprechenden Contractionscoefficienten für die Einmündung der Röhre bezeichnet, die zur Bewirkung der Geschwindigkeit c erforderliche Druckhöhe $= \frac{c^2}{\alpha^2}$. Zur Ueberwältigung des Widerstandes, welcher dadurch entsteht, daſs die Röhrenwände die Bewegung des Wassers wegen der Adhäsion verzögern, wird eine Druckhöhe $= \frac{c^2 l}{\beta^2 d}$ erfordert, wo, vielfältigen Versuchen gemäſs, für preuſsisches Fuſsmaaſs $\beta = 44{,}79$ ist. Soll nun das Wasser mit der Geschwindigkeit c in der Röhre l bewegt werden, so wird zur Erzeugung dieser Geschwindigkeit die Geschwindigkeitshöhe $\frac{c^2}{\alpha^2}$ und zur Ueberwältigung des Widerstandes die Widerstandshöhe $\frac{c^2 l}{\beta^2 d}$, also zusammen die Druckhöhe

$$H = \frac{c^2}{\alpha^2} + \frac{c^2 l}{\beta^2 d} = c^2\left(\frac{1}{\alpha^2} + \frac{l}{\beta^2 d}\right)$$

verwendet werden.

Wäre nicht die Geschwindigkeit c, sondern die Wassermenge $M = \frac{1}{4}\pi d^2.c$ gegeben, so wird $c^2 = \frac{16 M^2}{\pi^2 d^4}$, also

$$H = \frac{16 M^2}{\pi^2 d^4}\left(\frac{1}{\alpha^2} + \frac{1}{\beta^2 d}\right).$$

Wird M, H und l gegeben, so erhält man, um d zu finden,

$$d^5 - \frac{16 M^2}{\pi^2 \alpha^2 H} d - \frac{16 M^2}{\pi^2 \beta^2 H} l = 0,$$

oder, wenn man $N = \frac{16 M^2}{\pi^2 H}$ setzt,

$$d^5 - \frac{N}{\alpha^2} d - \frac{N}{\beta^2} l = 0.$$

Diese Gleichung vom fünften Grade hat für d, nach meiner Anweisung zur Auflösung der höhern Gleichungen, §. 36., nur eine reelle posi-

tive Wurzel, und außer dieser noch vier imaginaire Wurzeln, welche hier nicht gesucht werden; daher ist es leicht, wenn M, l und H gegeben sind, den Durchmesser d zu finden.

Soll nun an dem Behälter *ABCD*, Fig. 1., eine zweite wagerechte Röhre l_1 in gleicher Höhe mit der Röhre l vorgebracht werden und die Wassermenge M_1 liefern, so bedarf es dazu keiner neuen Druckhöhe, sondern nur einer Vermehrung des Zuflusses um die Wassermenge M_1. Die Röhre l_1 erfordert alsdann nur solche Abmessungen, daſs bei der vorhandenen Druckhöhe H die gegebene Wassermenge M_1 durch dieselbe ausflieſst. Nun sind M_1, H und l_1 bekannt: daher erhält man, wenn $N_1 = \frac{16 M_1^2}{\pi^2 H}$ gesetzt wird, für den gesuchten Durchmesser d_1 die Gleichung

$$d_1^5 - \frac{N_1}{\alpha^2} d_1 - \frac{N_1}{\beta^2} l_1 = 0.$$

Bei den bevorstehenden Berechnungen ist angenommen worden, daſs sich in den Röhren keine Krümmungen befinden. Wären solche vorhanden, so läſst sich der Widerstand, welchen sie verursachen, nach bekannten Regeln leicht finden und es darf nur alsdann der Widerstandshöhe zugesetzt werden, wodurch die vorstehenden Ausdrücke in der Allgemeinheit ihrer Anwendung keine Abänderung erleiden. Aus diesen Gründen sind auch bei den folgenden Untersuchungen nur gerade Röhren angenommen worden.

§. 3.

Für eine mehrfach verzweigte Röhrenleitung, deren einzelne gerade Röhren in einerlei wagerechten Ebene liegen, sei *ABCD*, Fig. 2., der Grundriſs des Behälters und

$l\, l_1\, l_2\, l_3\, l_4\, l_5\, l_6\, l_7\, l_8\, l_9$ seien die einzelnen Längen der Röhren, welche die Leitung bilden,

$d\, d_1\, d_2\, d_3\, d_4\, d_5\, d_6\, d_7\, d_8\, d_9$ die Durchmesser dieser Röhren,

$a\, a_1\, a_2 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; a_9$ die Querschnitte derselben,

$c\, c_1\, c_2 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; c_9$ die Geschwindigkeiten des Wassers in jeder dieser Röhren,

$M\, M_1\, M_2 \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; M_9$ die in einer Sekunde durch jede der entsprechenden Röhren flieſsende Wassermenge,

$h h_1 h_2 \ldots\ldots h_9$ die einzelnen Druckhöhen, welche in jeder zugehörigen Röhre zur Erzeugung der Geschwindigkeit und zur Ueberwältigung des Widerstandes in derselben erfordert werden; endlich sei H die ganze Druckhöhe, welche, vom Wasserspiegel im Behälter gerechnet, für alle Ausfluſs-Oeffnungen der Endröhren $l_2\, l_3\, l_5\, l_6\, l_8\, l_9$ dieselbe ist.

Die gesammte Wassermenge, welche durch die vorhandenen Ausfluſsöffnungen der Röhren $l_2\, l_3\, l_5\, l_6\, l_8\, l_9$ ausströmt, ist $M_2 + M_3 + M_5 + M_6 + M_8 + M_9$. Diese Wassermenge muſs durch die Röhre l flieſsen, und eben so groſs muſs der Zufluſs im Behälter sein. Hiernach wird

$$M = M_2 + M_3 + M_5 + M_6 + M_8 + M_9. \quad \text{Ferner ist}$$
$$M_1 = M_2 + M_3$$
$$M_4 = M_5 + M_6 + M_8 + M_9$$
$$M_7 = M_8 + M_9.$$

Soll aus jeder Ausfluſsöffnung die erforderliche Wassermenge auslaufen, so kann dies nur durch die gesammte Druckhöhe H bewirkt werden, und diese muſs daher für jede Ausfluſsöffnung eben so groſs sein, als die Summe von den einzelnen Druckhöhen derjenigen Röhren, welche der Ausfluſsöffnung das Wasser zuführen. Man erhält daher

$$\left.\begin{aligned} H &= h + h_1 + h_2 \\ &= h + h_1 + h_3 \\ &= h + h_4 + h_5 \\ &= h + h_4 + h_6 \\ &= h + h_4 + h_7 + h_8 \\ &= h + h_4 + h_7 + h_9. \end{aligned}\right\} \quad [\text{I}]$$

Bei der Anordnung einer verzweigten Röhrenleitung sind gewöhnlich auſser der Lage der Punkte, bei welchen Wasser ausflieſsen soll, auch die Wassermengen für jeden dieser Punkte gegeben. Die Lage der einzelnen Röhren vom Behälter bis zu diesen Punkten, ist entweder willkürlich, oder in den meisten Fällen, besonders wenn die Leitröhren durch Städte gehen sollen, vorgeschrieben; wodurch die Längen sämmtlicher Röhren bestimmt sind *). Wird hiernach für den vorliegenden Fall vorausgesetzt, daſs die Längen der Röhren $l\, l_1\, l_2\, l_3\, l_4\, l_5\, l_6\, l_7\, l_8\, l_9$ und die Wassermen-

*) Ist die Lage und Länge der Röhren nicht gegeben, so bleibt es eine schöne Aufgabe der höhern Mathematik, aus der gegebenen Lage mehrerer Punkte, die kürzesten Linien zur Verbindung dieser Punkte zu finden.

gen $M_2 M_3 M_5 M_6 M_8 M_9$ gegeben, also auch die Wassermengen $M M_1 M_4 M_7$ bekannt sind, so müssen nun hieraus die 10 Durchmesser der Röhren, $d\, d_1\, d_2\, d_3\, d_4\, d_5\, d_6\, d_7\, d_8\, d_9$ nebst der Druckhöhe H gefunden werden. Zur Ermittelung dieser Gröfsen können nur die 6 Gleichungen [I] angewandt werden, wodurch sich aber nur 6 unbekannte Gröfsen bestimmen lassen, weshalb 5 der gesuchten Gröfsen willkürlich, aber den Umständen gemäfs anzunehmen sind.

Aus [I] folgt $h_8 = h_9$. Wird nun d_9 willkürlich, aber nur so klein angenommen, als es nach den Umständen angemessen ist, so erhält man

$$\text{(I)} \quad h_9 = \frac{16 M_9^2}{\pi^2 d_9^4}\left(\frac{1}{\alpha^2} + \frac{l_9}{\beta^2 d_9}\right).$$

Aber $h_9 = h_8$, daher ist h_8 bekannt und man findet d_8 durch die Gleichung

$$\text{(II)} \quad d_8^5 - \frac{N}{\alpha^2} d_8 - \frac{N}{\beta^2} l_8 = 0,$$

wo $N = \frac{16 M_8^2}{\pi^2 h_8}$ ist.

Hierauf d_7 willkürlich so angenommen, dafs $a_8 + a_9$ beinahe $= a_7$ wird, so ist d_7 bekannt und man erhält

$$\text{(III)} \quad h_7 = \frac{16 M_7^2}{\pi^2 d_7^4}\left(\frac{1}{\alpha^2} + \frac{l_7}{\beta^2 d_7}\right).$$

Aber $h_6 = h_7 + h_9$, daher ist h_6 bekannt und man findet

$$\text{(IV)} \quad d_6^5 - \frac{N_1}{\alpha^2} d_6 - \frac{N_1}{\beta^2} l_6 = 0,$$

wo $N_1 = \frac{16 M_6^2}{\pi^2 h_6}$ ist, und wegen $h_5 = h_6$ erhält man auch d_5 durch die Gleichung

$$\text{(V)} \quad d_5^5 - \frac{N_2}{\alpha^2} d_5 - \frac{N_2}{\beta^2} l_5 = 0,$$

wo $N_2 = \frac{16 M_5^2}{\pi^2 h_5}$ ist.

Wird nun d_4 willkürlich so angenommen, dafs $a_5 + a_6 + a_7$ beinahe $= a_4$ wird, so ist d_4 bekannt und man erhält

$$\text{(VI)} \quad h_4 = \frac{16 M_4^2}{\pi^2 d_4^4}\left(\frac{1}{\alpha^2} + \frac{l_4}{\beta^2 d_4}\right).$$

Ferner d_3 willkürlich, aber nur so klein angenommen, als es die Umstände gestatten, so wird

$$\text{(VII)} \quad h_3 = \frac{16 M_3^2}{\pi^2 d_3^4}\left(\frac{1}{\alpha^2} - \frac{l_3}{\beta^2 d_3}\right),$$

und weil $h_2 = h_3$ ist, so findet man für den Durchmesser d_2

$$\text{(VIII)} \quad d_2^5 - \frac{N_3}{\alpha^2} d_2 - \frac{N_3}{\beta^2} l_2 = 0,$$

wo $N_3 = \frac{16 M_2^2}{\pi^2 h_2}$ ist.

Nach [I] ist $h_1 = h_4 + h_7 + h_9 - h_3$, wodurch h_1 bekannt wird; daher erhält man für d_1 die Gleichung

$$\text{(IX)} \quad d_1^5 - \frac{N_4}{\alpha^2} d_1 - \frac{N_4}{\beta^2} l_1 = 0,$$

wo $N_4 = \frac{16 M_1^2}{\pi^2 h_1}$ ist.

Endlich d willkürlich, aber so angenommen, dafs $a_1 + a_4$ beinahe $= a$ wird, so findet man

$$\text{(X)} \quad h = \frac{16 M^2}{\pi^2 d_4} \left(\frac{1}{\alpha^2} + \frac{l}{\beta^2 d} \right)$$

und hiernach die gesammte Druckhöhe

$$\text{(XI)} \quad H = h + h_4 + h_7 + h_9.$$

Mittelst der vorstehenden eilf Gleichungen läfst sich nun, wenn sämmtliche Röhrenlängen nebst den vorgeschriebenen Wassermengen gegeben sind, der Durchmesser jeder Röhre nebst der erforderlichen Druckhöhe finden.

§. 4.

Die vorstehenden Ermittelungen gründen sich darauf, dafs bei der Ausführung einer Röhrenleitung alle einzelne Röhren und ihre Verbindungen denjenigen Grad der Vollkommenheit erreichen, welchen die Rechnung voraussetzt. Da dies aber bei der Ausführung nicht wohl erlangt werden kann, so ist bei den Bestimmungen der Druckhöhen der einzelnen Röhren, nicht darauf Rücksicht genommen worden, dafs das Wasser der vorhergehenden Röhren schon mit einer gewissen Geschwindigkeit ankommt. Eben so ist es nothwendig, wegen der unvermeidlichen Unebenheiten, welche in den Röhren selbst und bei ihren Verbindungen unter einander vorkommen, für die Ausführung den für vollkommene Röhren berechneten Durchmesser auf etwa seinen vierten Theil zu vergröfsern. Um aber sicher zu sein, dafs bei jeder Ausmündung nur die erforderliche Wassermenge ausfliefst, darf nur an jeder dieser Mündungen ein Hahn angebracht werden, welcher zugleich, wenn es nöthig wird, zum Schliefsen der Ausflufsöffnung dienen kann.

Die möglichst vollkommene Anlegung der Röhrenleitungen erfordert ferner, dafs die Luft, welche sich während der Bewegung des Wassers entwickelt und die Bewegung desselben verhindert, austreten kann; weshalb in angemessenen Entfernungen kleine vertikale Luftröhren oder *Windstöcke* anzubringen sind. Eben so müssen zur Absetzung des Schlammes, Sandes und anderer Unreinigkeiten, welche das Wasser mit sich führt, in angemessenen Abständen, Schlammkasten oder *Wechselhäuschen* angebracht werden. Bei Röhrenleitungen, welche nicht in einerlei wagerechten Ebene liegen, werden die Windstöcke auf den höchsten und die Wechselhäuschen an den niedrigsten Stellen der Leitung angebracht. Können da, wo sich Röhren verzweigen, Wechselhäuschen angelegt werden, so lassen sich dadurch nachtheilige Krümmungen der Röhren vermeiden; auch ist es vortheilhaft, wenn über diesen Wechselhäuschen Windstöcke angebracht werden können. Noch dient zur Erleichterung der Bewegung des Wassers, dafs die Einmündung einer jeden Röhre nach der Gestalt des zusammengezogenen Wasserstrahls gebildet werde.

§. 5.

Liegen bei einer verzweigten Röhrenleitung die Ausflufs-Oeffnungen der Endröhren nicht in einerlei wagerechten Ebene, so nehme man willkürlich eine wagerechte Ebene so an, dafs die höchste Ausflufsöffnung noch wenig unterhalb dieser Ebene liege. Auch bezeichne wie §. 3.

$l\, l_1$ . . . . l_9 die Längen der einzelnen geraden Röhren,
$d\, d_1$ . . . . d_9 die Durchmesser und
$a\, a_1$ . . . . a_9 die Querschnitte derselben,
$c\, c_1$ . . . . c_9 die Geschwindigkeiten des Wassers in diesen Röhren,
$M\, M_1$ . . . . . . M_9 die diesen Röhren entsprechenden Wassermengen,
$h\, h_1$ . . . . h_9 die jeder einzelnen Röhre entsprechende Druckhöhe,
$b_2\, b_3\, b_5\, b_6\, b_8\, b_9$ die Vertikal-Abstände der Mitte der Ausflufs-Oeffnungen der Endröhren von der angenommenen wagerechten Ebene und
H die Höhe des Wasserspiegels im Behälter über der angenommenen wagerechten Ebene.

Hiernach sind $H+b_2$, $H+b_3$, $H+b_5$, $H+b_6$, $H+b_8$ und $H+b_9$ die Druckhöhen, welche dem Ausflufs des Wassers der Endröhren $l_2\, l_3\, l_5\, l_6\, l_8\, l_9$ zugehören.

Nun ist hier, eben so, wie §. 3.

$$M = M_2 + M_3 + M_5 + M_6 + M_8 + M_9$$
$$M_1 = M_2 + M_3$$
$$M_4 = M_5 + M_6 + M_8 + M_9$$
$$M_7 = M_8 + M_9.$$

Ferner erhält man für die entsprechenden Druckhöhen folgende Ausdrücke:

$$\left.\begin{array}{l} H + b_2 = h + h_1 + h_2 \\ H + b_3 = h + h_1 + h_3 \\ H + b_5 = h + h_4 + h_5 \\ H + b_6 = h + h_4 + h_6 \\ H + b_8 = h + h_4 + h_7 + h_8 \\ H + b_9 = h + h_4 + h_7 + h_9 \end{array}\right\} [\mathrm{I}]$$

Sind nun sämmtliche Längen der Röhren und die einzelnen Wassermengen nebst den Vertikalabständen der Ausflufsöffnungen unter der angenommenen wagerechten Ebene gegeben, und man sucht sämmtliche Durchmesser der Röhren, nebst der Höhe des Wasserspiegels im Behälter über der angenommenen wagerechten Ebene, so sind zur Bestimmung dieser eilf unbekannten Gröfsen nur die vorstehenden sechs Gleichungen [I] vorhanden; weshalb fünf der unbekannten Gröfsen willkürlich angenommen werden müssen.

Wird d_9 willkürlich, aber nur so klein angenommen, als es die Umstände gestatten, so erhält man

$$(\mathrm{I}) \quad h = \frac{16 M_9^2}{\pi^2 d_9^4}\left(\frac{1}{\alpha^2} + \frac{l_9}{\beta^2 d_9}\right).$$

Nach [I] ist aber $h_8 = b_8 - b_9 + h_9$; daher findet man

$$(\mathrm{II}) \quad d_8^5 - \frac{N}{\alpha^2} d_8 - \frac{N}{\beta^2} l_8 = 0,$$

wo $N = \frac{16 M_8^2}{\pi^2 h_8}$ ist.

Hierauf d_7 willkürlich und so angenommen, dafs $a_8 + a_9$ beinahe $= a_7$ wird, giebt

$$(\mathrm{III}) \quad h_7 = \frac{16 M_7^2}{\pi^2 d_7^4}\left(\frac{1}{\alpha^2} + \frac{l^7}{\beta^2 d_7}\right).$$

Nach [I] ist $h_6 = b_6 - b_9 + h_7 + h_9$; deshalb erhält man

$$(\mathrm{IV}) \quad d_6^5 - \frac{N_1}{\alpha^2} d_6 - \frac{N_1}{\beta^2} l_6 = 0,$$

wo $N_1 = \frac{16 M_6^2}{\pi^2 h_6}$ ist, und weil nach [I] $h_5 = b_5 - b_6 + h_6$ ist, so wird

$$(\text{V}) \quad d_5^5 - \frac{N_2}{\alpha^2} d_5 - \frac{N_2}{\beta^2} l_5 = 0,$$

wo $N_2 = \frac{16 M_5^2}{\pi^2 h_5}$ ist.

Ferner d_4 willkürlich so angenommen, dafs $a_5 + a_6 + a_7$ beinahe $= a_4$ wird, so erhält man

$$(\text{VI}) \quad h_4 = \frac{16 M_4^2}{\pi^2 d_4^4} \left(\frac{1}{\alpha^2} + \frac{l_4}{\beta^2 d_4}\right).$$

Nun d_3 willkürlich, aber nur so klein angenommen, als es zulässig ist, so wird

$$(\text{VII}) \quad h_3 = \frac{16 M_3^2}{\pi^2 d_3^4} \left(\frac{1}{\alpha^2} + \frac{l_3}{\beta^2 d_3}\right),$$

und, weil nach [I] $h_2 = b_2 - b_3 + h_3$ ist,

$$(\text{VIII}) \quad d_2^5 - \frac{N_3}{\alpha^2} d_2 - \frac{N_3}{\beta^2} l_2 = 0,$$

wo $N_3 = \frac{16 M_2^2}{\pi^2 h_2}$ ist. Aber nach [I] wird $h_1 = b_3 - b_9 - h_3 + h_4 + h_7 + h_9$, daher

$$(\text{IX}) \quad d_1^5 - \frac{N_4}{\alpha^2} d_1 - \frac{N_4}{\beta^2} l_1 = 0,$$

wo $N_4 = \frac{16 M_1^2}{\pi^2 h_1}$ ist.

Zuletzt d willkürlich so angenommen, dafs $a_1 + a_4$ beinahe $= a$ wird, giebt

$$(\text{X}) \quad h = \frac{16 M_2}{\pi^2 d_4} \left(\frac{1}{\alpha^2} + \frac{l}{\beta^2 d}\right)$$

und hiernach den Theil der gesammten Druckhöhe, welcher über der angenommenen wagerechten Ebene liegt, oder

$$(\text{XI}) \quad H = h + h_4 + h_7 + h_9 - b_9.$$

Hiernach sind sämmtliche Durchmesser nebst der erforderlichen Druckhöhe gefunden.

Die §. 4. gegebenen Erinnerungen finden hier ebenfalls ihre Anwendung. Auch läfst sich einsehen, dafs bei den verwickeltsten geraden oder krummen Röhrenleitungen, wenn die Anzahl der einzelnen Röhren auch noch so grofs ist, ganz nach den hier angegebenen Grundsätzen verfahren werden kann.

Noch ist zu bemerken, dafs, wenn man durchgängig $b_2 b_3 b_5 b_6 b_8 b_9 = 0$ setzt, alsdann die §. 3. gefundenen Ausdrücke erhalten werden.

§. 6.

Zur Erleichterung der Rechnung bei gekrümmten Röhren, deren centrische Linien Kreisbogen bilden, folgt hier eine Tafel, mittelst welcher man, für die am meisten vorkommenden Fälle, aus den gegebenen Abmessungen der gebogenen Röhren, die Anzahl der Anprallungen und den Anprallungswinkel (Bricolenwinkel) finden kann. Hier bedeutet:

α den Mittelpunktswinkel, welcher dem ganzen Bogen der Röhre zugehört,

R den Halbmesser des Bogens, welcher der centrischen Linie der Röhre entspricht,

d den Durchmesser der Röhre,

A die Anzahl der Anprallungen und

β den entsprechenden Anprallungswinkel.

Hiernach ist für $A = n$, $\alpha = 2n\beta$ und $\frac{d}{R} = 2\,(\text{Sec.}\,\beta - 1)$.

Tafel

für kreisförmig gebogene Röhren, zur Bestimmung der Anprallungen und der Anprallungswinkel.

α Grad	$\frac{d}{R}$	$d:R$ beinahe	A	β Grad	α Grad	$\frac{d}{R}$	$d:R$ beinahe	A	β Grad
8	0,001219	1:820	2	2	30	0,017258	1:64	2	$7\frac{1}{2}$
	4884	1:205	1	4		70552	5:71	1	15
10	0,000846	1:1182	3	$1\frac{2}{3}$	35	0,001458	1:686	8	$2\frac{3}{16}$
	0,001905	1:525	2	$2\frac{1}{2}$		1905	1:686	7	$2\frac{1}{2}$
	7640	1:131	1	5		2594	1:386	6	$2\frac{11}{12}$
15	0,001071	1:934	4	$1\frac{7}{8}$		3737	1:268	5	$3\frac{1}{2}$
	1905	1:525	3	$2\frac{1}{2}$		5890	1:170	4	$4\frac{3}{8}$
	4291	1:233	2	$3\frac{3}{4}$		0,010410	1:96	3	$5\frac{5}{6}$
	0,017258	1:64	1	$7\frac{1}{2}$		23551	2:85	2	$8\frac{3}{4}$
20	0,000846	1:1182	6	$1\frac{2}{3}$		97058	4:41	1	$17\frac{1}{2}$
	0,001219	1:820	5	2	40	0,001905	1:525	8	$2\frac{1}{2}$
	1905	1:525	4	$2\frac{1}{2}$		2491	1:401	7	$2\frac{6}{7}$
	3389	1:295	3	$3\frac{1}{3}$		3389	1:295	6	$3\frac{1}{3}$
	7640	1:131	2	5		4884	1:205	5	4
	0,030853	5:162	1	10		7640	1:131	4	5
25	0,000744	1:1344	8	$1\frac{9}{16}$		0,013615	1:247	3	$6\frac{1}{3}$
	978	1:1022	7	$1\frac{11}{14}$		30853	5:162	2	10
	0,001323	1:756	6	$2\frac{1}{12}$		0,128356	5:39	1	20
	1905	1:525	5	$2\frac{1}{2}$	45	0,002412	1:415	8	$2\frac{13}{16}$
	2978	1:336	4	$3\frac{1}{8}$		3151	1:317	7	$3\frac{3}{14}$
	6184	1:162	3	$4\frac{1}{2}$		4291	1:233	6	$3\frac{3}{4}$
	0,011958	1:84	2	$6\frac{1}{4}$		6184	1:162	5	$4\frac{1}{2}$
	0,048559	5:103	1	$12\frac{1}{2}$		9677	1:104	4	$5\frac{5}{8}$
30	0,001071	1:934	8	$1\frac{7}{8}$		0,015564	1:64	3	$7\frac{1}{2}$
	1398	1:718	7	$2\frac{1}{7}$		38595	1:26	2	$11\frac{1}{4}$
	1905	1:525	6	$2\frac{1}{2}$		0,164784	14:85	1	$22\frac{1}{2}$
	2745	1:364	5	3	50	0,002978	1:336	8	$3\frac{1}{8}$
	4291	1:233	4	$3\frac{3}{4}$		3839	1:257	7	$3\frac{4}{7}$
	7640	6:79	3	5		5300	1:189	6	$4\frac{1}{6}$

α Grad	$\frac{d}{R}$	$d:R$ beinahe	A	β Grad	α Grad	$\frac{d}{R}$	$d:R$ beinahe	A	β Grad
50	0,007640	1:131	5	5	70	0,042190	4:95	3	$11\frac{2}{3}$
	0,011958	1:84	4	$6\frac{1}{4}$		97058	4:41	2	$17\frac{1}{2}$
	21342	19:890	3	$8\frac{1}{3}$		0,441550	34:77	1	35
	48560	5:103	2	$12\frac{1}{2}$	75	0,006700	1:149	8	$4\frac{11}{16}$
	0,206756	6:29	1	25		6778	1:114	7	$5\frac{5}{14}$
55	0,003605	1:278	8	$3\frac{7}{16}$		0,011958	1:84	6	$6\frac{1}{4}$
	4715	1:212	7	$3\frac{13}{14}$		15564	7:450	5	$7\frac{1}{2}$
	6416	1:156	6	$4\frac{7}{12}$		27075	1:17	4	$9\frac{3}{8}$
	9250	1:108	5	$5\frac{1}{2}$		48559	5:103	3	$12\frac{1}{2}$
	0,014485	1:69	4	$6\frac{7}{8}$		0,112088	12:107	2	$18\frac{3}{4}$
	25872	2:77	3	$9\frac{1}{6}$		520945	25:48	1	$37\frac{1}{2}$
	59007	5:84	2	$13\frac{3}{4}$	80	0,007640	1:131	8	5
	0,254764	13:51	1	$27\frac{1}{2}$		9996	1:101	7	$5\frac{5}{7}$
60	0,004291	1:233	8	$3\frac{3}{4}$		0,013615	2:147	6	$6\frac{2}{3}$
	5602	1:178	7	$4\frac{2}{7}$		19655	1:51	5	8
	7640	1:131	6	5		30853	5:162	4	10
	0,011017	13:118	5	6		55404	5:99	3	$13\frac{1}{3}$
	17258	1:64	4	$7\frac{1}{2}$		0,128356	5:39	2	20
	30853	5:162	3	10		610815	11:18	1	40
	70552	5:71	2	15	85	0,008587	1:117	8	$5\frac{5}{16}$
	0,309401	13:42	1	30		0,011264	1:89	7	$6\frac{1}{14}$
65	0,005048	1:198	8	$4\frac{1}{16}$		15382	1:65	6	$7\frac{1}{12}$
	6581	1:152	7	$4\frac{9}{14}$		22212	1:45	5	$8\frac{1}{2}$
	8971	1:111	6	$5\frac{5}{12}$		34888	3:86	4	$10\frac{5}{8}$
	0,012939	1:77	5	$6\frac{1}{2}$		62732	6:95	3	$14\frac{1}{6}$
	20279	3:148	4	$8\frac{1}{8}$		0,145905	7:48	2	$21\frac{1}{4}$
	36291	5:138	3	$10\frac{5}{6}$	90	0,009677	1:104	8	$5\frac{5}{8}$
	83225	1:12	2	$16\frac{1}{4}$		0,012674	1:79	7	$6\frac{3}{7}$
	0,371378	13:35	1	$32\frac{1}{2}$		17258	1:64	6	$7\frac{1}{2}$
70	0,005890	1:170	8	$4\frac{3}{8}$		24930	9:361	5	9
	7640	1:131	7	5		38595	1:26	4	$11\frac{1}{4}$
	0,010410	1:96	6	$5\frac{5}{6}$		70552	5:71	3	15
	15029	2:133	5	7		0,164784	15:91	2	$22\frac{1}{2}$
	23551	2:85	4	$8\frac{3}{4}$	95	0,010772	7:650	8	$5\frac{15}{16}$

α Grad	$\frac{d}{R}$	$d:R$ beinahe	A	β Grad
95	0,014134	13:920	7	$6\frac{11}{14}$
	19245	1:52	6	$7\frac{11}{12}$
	27810	27:970	5	$9\frac{1}{2}$
	43738	7:160	4	$11\frac{7}{8}$
	78874	7:89	3	$15\frac{5}{6}$
	0,185049	5:17	2	$23\frac{3}{4}$
100	0,011958	1:84	8	$6\frac{1}{4}$
	15564	1:64	7	$7\frac{1}{2}$
	21342	19:890	6	$8\frac{1}{3}$
	30853	5:162	5	10
	48560	5:103	4	$12\frac{1}{2}$
	87706	5:57	3	$16\frac{2}{3}$
	0,206756	6:29	2	25
105	0,013208	7:530	8	$6\frac{9}{16}$
	15564	7:450	7	$7\frac{1}{2}$
	23551	5:212	6	$8\frac{3}{4}$
	34061	3:88	5	$10\frac{1}{2}$
	53647	5:93	4	$13\frac{1}{8}$
	97058	7:72	3	$17\frac{1}{2}$
	0,229971	26:113	2	$26\frac{1}{4}$
110	0,014485	1:69	8	$6\frac{7}{8}$
	18960	1:53	7	$7\frac{6}{7}$
	0,025872	2:77	6	$9\frac{1}{6}$
	37433	3:80	5	11
	59007	5:84	4	$13\frac{3}{4}$
	0,106943	11:103	3	$18\frac{1}{3}$
	254764	13:51	2	$27\frac{1}{2}$
115	0,015822	8:505	8	$7\frac{3}{16}$
	20744	11:530	7	$8\frac{3}{14}$
	28306	3:106	6	$9\frac{7}{12}$
	40973	5:122	5	$11\frac{1}{2}$
	64641	32:495	4	$14\frac{3}{8}$
	0,117371	13:111	3	$19\frac{1}{5}$
	281212	9:32	2	$28\frac{3}{4}$
120	0,017258	1:64	8	$7\frac{1}{2}$
	22565	2:89	7	$8\frac{4}{7}$
	30853	5:162	6	10
	44681	3:67	5	12
	70552	5:71	4	15
	0,128356	5:39	3	20

15.

Uebersicht der Geschichte der Baukunst, mit Rücksicht auf die allgemeine Culturgeschichte.

(Vom Herrn Bau-Inspector *C. A. Rosenthal* zu Magdeburg.)

(Fortsetzung der Abhandlung No. 2. im 1sten, No. 6. im 2ten, No. 8. im 3ten Hefte 13ten, No 1. im 1sten, No. 7. im 2ten, No. 8. im 3ten, No. 12. im 4ten Hefte 14ten und No. 1. im 1sten, No. 9. im 2ten, No. 11. im 3ten Hefte 15ten Bandes.)

---

§. 82.

Die übrigen öffentlichen Gebäude der Griechen.

Von so manchen öffentlichen Gebäuden der Griechen aus der bessern Zeit finden sich weder hinlänglich erhaltene Ruinen, noch auch ausreichende Beschreibungen; wir müssen uns auf die Propyläen, Theater, Odeen, auf die Säulenhallen, die Märkte u. s. w. beschränken; und über diese genügen wenige Bemerkungen.

Die Propyläen.

Sie bildeten die oft prachtvollen Thore zu den Akropolen, zu den geweiheten Tempelbezirken, den Märkten u. s. w. Zu Eleusis kommen äufsere und innere Propyläen vor, da hier zwei Einschlufsmauern waren. Von Aufsen angesehen, zeigen sie ganz die Form der Tempel in antis oder des Amphiprostylos, nur dafs sie bedeutend kürzer und ziemlich quadratisch sind. Als in antis zeigen sich die Propyläen zum Tempel der Minerva-Sunias und in abweichender Form auch die inneren zu Eleusis, welche indefs aus späterer Zeit sind und einen viersäuligen Amphiprostylos bilden; die zu Priene und das (spätere) Thor der Agora zu Athen, während die berühmten Propyläen zur Akropolis in Athen und die äufsern zum Weihetempel zu Eleusis einen sechssäuligen Amphiprostylos bilden. Die Seitenmauern, an denen sich die Befriedigung anschliefst, mufsten immer voll sein; auch laufen hier keine Stufen herum, während, je nach der Localität, vor den Propyläen oft bedeutende Treppen, auf welche man auch hinauffuhr, sich befinden. Wie die Treppen *befahrbar* gemacht wurden, ist noch nicht ganz aufgeklärt; man vermuthet, dafs sie durch eingelegte Keile im mittleren Theile zu Rampen ausgefüllt wurden; doch wären diese Ram-

pen für Fuhrwerk sehr steil gewesen. Wie dem aber auch sein mochte: daſs man die Thore zu Zeiten zu Pferde und Wagen passirte, beweiset die Abbildung des panathenäischen Festzugs am innern Friese des Parthenons.

Das Innere der Propyläen besteht aus zwei Hallen, welche bloſs durch eine Quermauer mit Thoren getrennt, vorn offen und nur durch die Säulenstellungen der Giebel geschlossen sind. Mit groſser Umsicht sind die Propyläen zu Athen und Eleusis so angeordnet, daſs die mittlere Säulenweite, indem sie drei Metopen über sich hat, breiter ist, als die andern: eine Abweichung von der gewöhnlichen Eintheilung, welche, insofern dieses mittlere Thor auch für Wagen passirbar sein sollte, freilich nothwendig war, aber schwerlich angeordnet worden wäre, wenn nicht auch die Schönheit durch dieses bedeutungsvolle Hervorheben des mittleren Einganges gewonnen hätte, obwohl freilich anderseits der Nachtheil entstand, daſs nun der mittlere Architravstein, der nur eben so stark war, als die übrigen, noch dazu unter der stärkern Belastung des höhern Theils des Dachgiebels, vergleichungsweise zu niedrig zu sein schien. Es ist nicht wahrscheinlich, daſs dem griechischen Auge dieser Uebelstand entgangen sei; auch hätte sich ihm leicht dadurch abhelfen lassen, daſs man dem längern, mittlern Architrave mehr Höhe gab und das Leistchen darüber kröpfte; das aber hätte wieder einen anderweiten, weit empfindlichern Nachtheil herbeigeführt; denn die wagerechten Gliederungen muſsten allemal nothwendig ohne alle Unterbrechung und Verkröpfung herumlaufen, wenn nicht das Grundprinzip geopfert werden sollte. Zudem wäre im dorischen Triglyphenfriese eine sehr häſsliche Verwirrung entstanden. Bei näherer Betrachtung verliert sich aber der Uebelstand; denn dem Gefühle (und nur auf den Schein kommt es hier an; in der Wirklichkeit war jener Architrav stark genug, höchstens waren andere *zu* stark) erschien das Giebeldreieck als ein Ganzes, dessen mehrere Höhe in der Mitte dort am wenigsten dem Einbrechen unterworfen zu sein schien und dessen Form die gröſste Last hauptsächlich auf die Ecken leitete. Es liegt daher in dem sechssäuligen Prostylos der dorischen Propyläen, indem die zwei Ecksäulenweiten in Folge der Triglyphen-Eintheilung kleiner als die zwei folgenden und diese wieder kleiner als die mittleren sind, ein sehr ansprechender harmonischer Uebergang, und die festere Unterstützung der Ecken scheint auch statisch genügend begründet. Dennoch mag jenes Miſsverhältniſs gleicher Höhe verschieden langer Architravsteine, so wenig es auch im Ganzen fühlbar ist, vielleicht die Ver-

anlassung gewesen sein, dafs man die gröfsere Weite des mittleren Zuganges bei Tempeln, wo das Bedürfnifs sie nicht erforderte und wo sie zum Theil, nemlich bei einem 4säuligen, 8- und 10säuligen Giebel, auch unschön gewesen sein würde, nicht Statt finden liefs. *Vitruv* schreibt sie freilich gradezu vor (III, 2); in den griechischen Monumenten findet sie sich aber nicht. Auch findet sie sich in den jonischen Propyläen zu Priene nicht, obwohl hier die Grenzen der Erweiterung nicht so eingeschränkt waren, wie, der Triglyphen-Eintheilung wegen, beim dorischen Style; die geringere Höhe des jonischen Architravs mochte es bedenklich machen, den mittlern Stein zu verlängern.

Die beiden Hallen der Propyläen sind ungleich tief. Die vordere ist bedeutend tiefer und mittelst zweier kurzer Säulenstellungen in drei Schiffe abgetheilt. Machte man dies ursprünglich vielleicht deshalb so, um bei diesen Thorgebäuden, gleichsam als bei Aufsenwerken, mit steinernen Decken ausreichen zu können, wozu der Raum sonst zu breit gewesen wäre: so ist zugleich der als Fortsetzung des mittlern Durchganges nach der Tiefe führende Säulengang (denn jene zwei Säulenstellungen treffen auf die Achsen der beiden mittleren Säulen des Giebels) eine sinnreiche und schöne Bezeichnung der Bestimmung des Gebäudes. In den Propyläen zu Priene (etwa aus der Zeit Alexanders oder etwas später) sind statt der innern Säulen viereckige Pfeiler, mit zierlichen, doch unpassenden Pilaster-Capitälen (eigentlich mit hochstehenden und umgebogenen Hörnern in der Vorderansicht) angebracht; was vielleicht das erste, nicht lobenswerthe Beispiel von freistehenden Pfeilern statt der Säulen ist. Die, wahrscheinlich noch jüngeren, innern Propyläen zu Eleusis hatten jonische Säulenstellungen dicht an den Wänden, und weichen überhaupt von den andern sehr wesentlich ab. Den Propyläen zum Tempel der Minerva-Sunias fehlen die innern Säulen ganz, obwohl sie sich auch bei der Form der Tempel in antis wohl hätten anbringen lassen.

Die Theater.

Diese Gebäude-Art kommt bei den Griechen erst später vor. Vom Karrn des Thespis ab hatte man nur hölzerne Theater, bis ein solches Theater einst bei der Aufführung eines Stückes des tragischen Dichters Kratinas zu Athen unter der überfüllenden Menge von Zuschauern zusammenbrach (498 v. Chr.) und man nun das erste Theater von Steinen

bauete, welches indessen erst durch den Redner Lykurgus (dessen Tod um 328 fällt) vollendet worden sein soll. Diese Nachricht des Suidas kann nur so verstanden werden, dafs es schon früher benutzbar war, und jetzt nur geschmückt, verbessert, oder wieder hergestellt wurde; denn gleich nach jenem unglücklichen Vorfalle erfreute sich schon das Theater zu Athen, zur Zeit des Aeschylus, Sophokles und Euripides, seiner höchsten Blüthe.

Obwohl verhältnifsmäfsig viele Theater, besonders in Jonien, sich erhalten haben, so ist doch bei allen grade die eigentliche Bühne zerstört, und wir bleiben rücksichtlich ihrer Einrichtung wieder hauptsächlich auf *Vitruv* verwiesen (denn *Pollux* erklärt fast blofs die Namen), dessen Glaubhaftigkeit aber, so weit die Ruinen urtheilen lassen, hier eben so sehr in Zweifel zu ziehen ist, als bei den Tempeln, und dessen Angaben überdies auch noch durch so manche Andeutungen in den Tragödien selbst, widerlegt werden. Es ist hier nicht der Ort, den Streit über die Einrichtung der griechischen Scene näher zu berücksichtigen; wir begnügen uns mit einer Darstellung dieser Gebäude-Art im Allgemeinen, so weit sie sich mit einiger Sicherheit geben läfst.

Die eigentliche Bühne (Proscenium) war ein langer, schmaler Streifen, von den Sitzen aus gesehen ein breiter, wenig tiefer Raum, vorn offen, an drei Seiten durch eine hohe Wand (Scene) geschlossen. Rechts und links setzte sich die Wand in der Verlängerung der Fronte des Prosceniums flügelartig fort. Der aus einem hölzernen Gerüst bestehende, erhöhete Fufsboden des Prosceniums, oder dessen vordere Kante, hiefs Logeion. Nach Andern setzte sich das Logeion vor den Flügelmauern als ganz schmaler Streifen fort; es ist jedoch nicht abzusehen, wie solches möglich gewesen wäre, da sich die höhern Sitze an jene Flügel anschlossen. Die Scene hatte verschiedene Thüren zum Auf- und Abtreten der Schauspieler, anscheinend mit architektonischen Verzierungen, weil sie wirkliche Eingänge in einen Tempel, Pallast u. s. w. vorstellten. Die gemalten Decorationen waren an drehbaren dreieckigen Prismen befestigt, deren Seiten in die Scenenwand pafsten, und durch deren Umdrehung Verwandlungen der Scene hervorgebracht werden konnten. Es ist zweifelhaft, ob sich diese Drehmaschinen in der Hinterwand befanden, oder ob sie als Seitenwände angebracht waren; in welchem letztern Falle vielleicht auch die Hinterwand nach dem Wechsel der Scene decorirt werden mochte. Wie dem aber auch sei, so wurde jedenfalls der Ort der Handlung mehr blofs

angedeutet, als wirklich dargestellt: ein Umstand, der uns einen tiefen Blick in das Wesen der griechischen Kunst gestattet, den wir jedoch erst später weiter verfolgen können.

Vor dem Proscenium lag die Orchestra, in Form eines Zirkel-Abschnitts, etwas gröfser als ein Halbkreis. Der Fufsboden lag tiefer als das Proscenium; im Centrum erhob sich die Thymele, ein Altar, oder eine altar-ähnliche Erhöhung. Die Orschestra gehörte mit zur Bühne; es stiegen hier die aus der Unterwelt kommenden Schatten herauf; auch traten die aus der Ferne Kommenden zuerst in die Orschestra: ihre Hauptbestimmung aber war der Aufenthalt des Chors, dessen Führer, um das Proscenium zu übersehen und mit den Hauptschauspielern zu communiciren, seinen Stand auf der Thymele nahm.

Um die Orschestra reiheten sich in concentrischen Kreisen, amphitheatralisch erhöhet, die Sitze der Zuschauer, ungefähr in der Mitte durch einen breitern runden Zwischengang getrennt und von mehreren, radienartig hinaufführenden Treppen unterbrochen. Es scheinen indefs jener Zwischengang und die Treppen nicht überall vorhanden gewesen zu sein; in welchem Falle dann die Sitze selbst als Treppe und Gang müssen gedient haben, wenn gleich noch andere Treppen hinter den Flügeln der Scene vorhanden gewesen zu sein scheinen und wahrscheinlich auch die obern Sitze von aufsen noch andere Zugänge haben mochten. Die Sitzplätze waren auf sehr zahlreiche Versammlungen berechnet, indem bei den Festen, welche durch Theaterspiele gefeiert wurden, nicht blofs die eigene Bevölkerung der Stadt, sondern auch noch viele Fremde Platz finden mufsten. Das Theater des Bacchus zu Athen fafste nach *Plato's* Angabe 30 000 Zuschauer; jedoch scheinen die noch in Ruinen vorhandenen Theater nicht mehr als für 12 000 Personen Platz dargeboten zu haben. Die Sitze erhoben sich um ihre ganze Höhe übereinander; woraus eine bedeutende Höhe des Ganzen, von 60 bis 100 Fufs, gefolgert werden mufs. Bemerkenswerth ist es, wie wenig die Griechen auf Bequemlichkeiten, wie wir sie jetzt unerläfslich finden, und selbst auf Anstand sahen. Die Bänke haben, mit Ausnahme der oberen am Zwischengange, keine Lehnen, so dafs die auf einer oberen Bank Sitzenden ihre Füfse auf die nächst untere Bank unmittelbar hinter dem Rücken der Daraufsitzenden stellen mufsten, ohne dafs diese durch etwas weiter dagegen geschützt wurden, als dafs der Raum für die Füfse um etwa einen Zoll gegen die Fläche der Bank

vertieft war. Dabei ist die ganze Fläche nur etwa $2\frac{1}{2}$ Fuſs breit, und man begreift nicht, wie häufige Conflicte unter den Zuschauern vermieden werden konnten, zumal, wenn ein Einzelner, um die Treppe zu erreichen, sich zwischen den Füſsen und Rücken der Andern durchdrängen muſste; welcher Fall grade nicht selten sein konnte, da die Schauspiele halbe Tage lang dauerten.

Das ganze Theater war unbedeckt; später wurde es durch ausgespannte Tücher gegen die Sonnenstrahlen geschützt. Hinter der Scene, oder doch in der Nähe des Theaters, waren Säulenhallen, unter welchen die Zuschauer bei plötzlichem Regen Schutz suchen konnten. Auch mögen noch andere bedeckte Räume zum An- und Auskleiden der Schauspieler, zur Aufbewahrung des Theater-Apparats u. s. w. im Rücken der Scene angebracht gewesen sein.

Wegen der Gröſse der Theater und der daraus folgenden groſsen Entfernung der Zuschauer von den Schauspielern, war das Mienenspiel dieser nicht zu erkennen. Sie trugen deshalb Masken, in welchen eine künstliche Vorrichtung zur Verstärkung der Stimme, wohl nicht ohne Nachtheil für die Natürlichkeit, angebracht war. Die Nachricht von den einigen wenigen Schallgefäſsen in den Sitzreihen, deren *Vitruv,* als zu gleichem Zwecke dienend, erwähnt, ist wahrscheinlich eine bloſse Erfindung, oder Folge eines Miſsverständnisses; solche einzelne Resonanzgefäſse würden schwerlich wirksam und wahrscheinlich nur nachtheilig gewesen sein. Die Kothurne ferner, auf welchen die tragischen Schauspieler einherschritten, erhöheten ihre Gröſse. Dies, und die oben erwähnten, nur theilweisen Decorationen beweisen, daſs die Griechen die Bühne aus einem ganz andern Gesichtspuncte betrachteten, als wir. Die Illusion, auf welche wir einen so groſsen Werth legen, war den Griechen nicht erreichbar; sie strebten (und ihre Schauspiele selbst beweisen es) zunächst nach dem Idealen; und wirklich muſs die Gröſse des Ganzen, die riesige Höhe der agirenden Götter und Helden der Vorzeit, mit der verstärkten Stimme, das Gemessene der Bewegungen, die Mitwirkung des Chores, der erschütternde Inhalt der Schicksals-Tragödien, verbunden mit der ungeheuern Zahl der Zuschauer, einen ergreifenden Eindruck gemacht haben. Dabei aber ist Mangel an Natürlichkeit, wie er sich hier zu finden scheint, der griechischen Kunst im Allgemeinen nicht vorzuwerfen; denn, dem Wesen des Sinnlich-Schönen gemäſs, war auch die Darstellung des Irdischen, des Menschlichen und Natürlichen, recht eigentlich die Aufgabe der griechischen

Künstler; welche Aufgabe denn zwar das Ideale nicht ausschliefst, aber doch beschränkt. Aber grade in jener Beschränkung zeigt sich auch das Ideale auf der griechischen Bühne nur innerhalb derselben in seiner höchsten Potenz. Es mag nicht bezweifelt werden, dafs die Götter und Heroen, welche so oft auftreten, würdig dargestellt wurden: dafs sie aber überhaupt auf die Bühne gebracht werden durften, beweiset deutlich, wie wenig die Griechen eine höhere, eine wirklich erhabene Idee von der Gottheit zu fassen vermochten; denn selbst *ihre* Götter dürften doch noch immer schwerlich durch Menschen dargestellt werden. Auf der andern Seite sehen wir nicht blofs die Natürlichkeit, sondern sogar, was uns wieder einen grofsen Anstofs geben würde, die Wirklichkeit, als mitwirkend in den Kreis der Darstellung gezogen; die häufigen Anrufungen an den Himmel konnten bei der Unbedecktheit der Bühne nicht anders als an den wirklichen Himmel gerichtet werden; die versammelten Zuschauer wurden öfter als das im Stücke handelnde Volk angeredet (z. B. in den Eumeniden des Aeschylus) u. s. w. So also überzeugt man sich leicht, dafs bei den Griechen der Mangel an Illusion, oder der Mangel an dem Natürlichen in der Darstellung einerseits, und die zu grofse Natürlichkeit auf der andern Seite, aus einer gemeinschaftlichen Quelle entsprangen. Die einfachen, dem Sinnlich-Schönen huldigenden Griechen liebten die Natürlichkeit viel zu sehr, um sich mit einem mangelhaften Scheine derselben zu behelfen. Wo eine gründliche Darstellung nicht möglich war, begnügten sie sich lieber mit einer blofsen Andeutung und fanden daran keinen Anstofs, eben weil sie selbst durch und durch natürlich waren.

Was bei der Baukunst der Theater der Griechen hauptsächlich auffällt, ist die einfache, ungesucht zweckmäfsige Anlage. Bei der grofsen Vorliebe der Griechen für Schauspiele, welche ihnen weit mehr als blofse Spiele waren, sollte man in den Theatern prachtvolle Gebäude erwarten; auch liefsen es die Griechen, wie es die Marmorbekleidung der Sitze genügend beweiset, keinesweges an Reichthum fehlen. Dagegen behielten sie die unmittelbar aus dem Bedürfnifs hervorgegangene Form und Einrichtung bei, ohne sich um den Mangel der Symmetrie zu bekümmern; sie wählten zu den Theaterstellen natürliche Felsabhänge, in denen sie die emporsteigenden Sitze aushaueten, ohne einen Anstofs daran zu nehmen, dafs auf diese Weise die Theater kaum den Namen eigentlicher Gebäude verdienten und eine sehr unregelmäfsige äufsere Ansicht bekamen. Sicher

geschah dies nicht der Ersparung wegen; eben so wenig in der lobenswertheren Absicht, die Bestimmung des Gebäudes durch die Form des Ganzen deutlich auszusprechen; denn man sah ja dieselben von aufsen nicht. Die Griechen waren aber zu einfach und natürlich, um die durch das Bedürfnifs vorgeschriebene Form durch nutzlose Aufsenbauten absichtlich zu verstecken. Ferner würde ein auf freier Erde errichtetes Theater, mit seinem halbrunden Anschlufs an das rechtwinklige Bühnengebäude, eine Form bekommen haben, welche nichts weniger als Regelmäfsigkeit und Gleichgewicht ausgesprochen hätte. Ueberdies wufsten die Griechen mit solchen colossalen Massen, wie die, mit welchen sie es hier zu thun hatten, nichts anzufangen. So war es denn sehr lobenswerth und dem griechischen Geiste ganz angemessen, die Theater an Bergabhängen zu bauen, so dafs man von aufsen nichts weiter von ihnen sah, als die im Rücken der Scene angebaueten Hallen u. s. w.

Die Odeen,

deren schon Perikles eines bauete, scheinen den Theatern ganz ähnlich gewesen zu sein. Sie waren blofs kleiner, und bedeckt. Wie die Bedachung des immer noch sehr weiten innern Raumes eingerichtet gewesen sei, dürfte im Geist der griechischen Architektur schwer zu errathen sein, wenn uns nicht berichtet würde, dafs dazu Mastbäume und Segelstangen aus der persischen Beute verwendet wurden. Das Dachgerüst war also ohne Zweifel zeltförmig, von ganz einfacher Construction, und wahrscheinlich, wie es später auch bei den Theatern, mindestens über den Zuschauersitzen, geschah, blofs mit Leinwand überzogen. Auch sagen die Alten ausdrücklich, dafs dieses Odeon die Gestalt vom Zelte des Xerxes gehabt habe. Späterhin mag man eine bleibendere Dachung angeordnet haben; wie denn das Odeon des Herodes-Atticus (aus römischer Zeit), nach Philostrat, ein Dach von Cedernholz gehabt haben soll. Zwar läfst die bekannte Anspielung des Komikers Kratinus, welcher das Odeon des Perikles mit dessen hohen Schädel vergleicht, auf eine dauerhaftere, mehr zum Gebäude selbst gehörige Dach-Construction, als die Ausbreitung von Tüchern über von Mastbäumen gestützte Segelstangen war, schliefsen; wer wollte es indessen mit solchen zufälligen, satyrischen Aeufserungen so genau nehmen? Man geht gewifs viel zu weit, wenn man, wie es früher wohl geschehen, in jener Anspielung den Beweis finden will, dafs dieses

Odeon ein rundes, kuppelförmiges Dach gehabt habe. Eine aus Zimmerwerk zusammen gesetzte Kuppel (denn von einer steinernen Wölbung könnte, schon wegen der bedeutenden Ausdehnung, nicht die Rede sein) ist im Sinne der griechischen Baukunst in mehr als einer Rücksicht ein Unding. Selbst von einer wagerechten Decke von solcher Spannung kann man sich die Construction im Geiste der Griechen nicht denken. Steinerne Säulen im innern Raume, von so colossalen Verhältnissen, würden alle Aussicht auf die Bühne gehindert haben. Also nur dünne Mastbäume waren zulässig. Dann aber kann die Dachung keinen architektonischen Character gehabt haben, sondern sie kann nur eine leichte, nicht zum Gebäude selbst gehörige Zeltdecke gewesen sein. Dafs die Griechen ausgebildete Holzconstructionen, mit hölzernen Säulen, welche nur dünn zu sein brauchten, gekannt hätten, davon zeigt sich keine Spur; die Zimmerkunst der Griechen beschränkte sich auf Decken und einfache Dachgerüste. Da, wo die erstern über weite Räume der Unterstützung bedurften, scheint man immer steinerne Säulen zu Hülfe genommen zu haben. Wir erfahren nicht, ob das Odeon des Perikles, oder andere Odeen, im Freien errichtet und rings mit Mauern umschlossen, oder ob sie, wie die Theater, mit ihren amphitheatralischen Sitzen im Felsen ausgehauen waren. Da die Formen beider ganz ähnlich gewesen zu sein scheinen, so ist das letztere wahrscheinlich. Ueberhaupt hat eine runde Mauer, wie sie, in Halbkreisform, das Theater wie das Odeon umgeben mufste, etwas dem griechischen Geiste Fremdes und es ist mit grofser Wahrscheinlichkeit vorauszusetzen, dafs, wenigstens aus der Zeit bis auf Alexander, und wahrscheinlich noch bis zu den Römern, alle Theater und Odeen im Felsen ausgehauen wurden. Auch ist dies wirklich mit dem Odeon der Regilla, obwohl dasselbe aus der Römerzeit stammt, der Fall; wenn anders das sogenannte Theater des Bacchus zu Athen wirklich jenes Odeon ist.

Die Versammlungs-Häuser.

Eine der Gestalt der Theater ähnliche Form zeigt uns noch eine andere Ruine zu Athen, welche *Stuart* zwar für das obengedachte Odeon der Regilla hielt, *Chandler* aber und Andere mit mehrerem Recht für die sehr alte, angeblich noch aus pelasgischer Zeit (?) stammende Pnyx halten. Der Grundrifs bildet einen, dem Halbkreise nahe kommenden Zirkel-Ausschnitt; der runde Umfang ist mit einer niedrigen Mauer von sehr alter-

thümlicher Construction umgeben; die gegenüber liegende, von den in einem stumpfen Winkel zusammenstofsenden Radien gebildete Grenze ist ein lothrecht behauener, ebenfalls sehr niedriger Fels, welcher auf seinem Plateau noch einige Stufen, ein Stück Felsmauer und weiterhin Ruinen zeigt; im Mittelpuncte des Kreises steht die Rednerbühne (Thymele), ebenfalls im Felsen ausgehauen. Von einer amphitheatralischen Erhebung der Sitze zeigt sich keine Spur; vielmehr fällt das Terrain nach hinten zu ab. Wahrscheinlich wohl wohnte das Volk den Versammlungen stehend bei, während einige Reihen Sitzbänke für die Redner, Beamte u. s. w. auf dem Plateau des Felsens, im Rücken der Thymele angebracht gewesen zu sein scheinen. Ob übrigens die Odeen nicht dieser Ruine ähnlicher als einem Theater waren, steht dahin.

Die Rennbahnen.

Auch diese haben in der Anlage Aehnlichkeit mit den Theatern und sind noch weniger als sie, mit eigentlichen Gebäuden zu vergleichen. Eine lange, schmale, geebnete Fläche ist an den beiden langen Seiten von geraden Linien begränzt, an den kurzen Seiten halbrund geschlossen und rings mit mehreren, wiewohl nicht zahlreichen Sitzen amphitheatralisch umgeben. Aufser dem Stadion zu Laodikeia, welches jedoch der Römer-Zeit angehört, hat sich noch das panathenäische Stadion zu Athen, jedoch in unkenntlichen Ruinen, erhalten. Es wurde etwa 350 v. Chr. erbaut und nach mehr als vier Jahrhunderten von dem schon genannten Herodes-Atticus wieder hergestellt und mit Sitzen und Verzierungen von Marmor verschönert. Nach Pausanias waren die meisten Stadien Griechenlands blofs aus Erde aufgeworfen; wahrscheinlich waren ihrer mehrere noch im Felsen ausgehauen, wiewohl sich hiezu, wegen der ringsumlaufenden Sitze, seltener als bei den nur halbrund ausgehauenen Theatern, Gelegenheit finden mochte, wenn man die Bahn selbst nicht etwa in den Boden versenken wollte.

Die Hallen.

Eine besondere Vorliebe scheinen die Griechen für die an den Seiten offenen Hallen (Leschen) gehabt zu haben. Pausanias erwähnt ihrer ungemein häufig, aber, wie gewöhnlich, ohne weiter über ihren Bau sich auszulassen. Sie scheinen keine andere Bestimmung gehabt zu haben, als

schattige Versammlungsräume zu geben, die den Griechen in dem südlichen Clima und für ihre öffentlichen Lebensweise so sehr Bedürfniſs waren, und eben deshalb auch den griechischen Character so deutlich und schön aussprechen.

Auſser den schon früher erwähnten Säulengängen, welche die Tempelhöfe, die Märkte u. s. w. umgaben, scheint man auch gröſsere, eigentliche Gebäude *bloſs* zu diesem Zweck gebauet zu haben. Zu Thoricus und zu Pästum haben sich Ruinen dieser Art erhalten. Von der Ruine zu Thoricus stehen nur noch die äuſsern Umfangssäulen, ohne Gebälk. Man würde das Gebäude für einen Tempel halten; allein es hat, abweichend, eine ungerade Säulenzahl (7) auf dem Giebel, und die breiten Eingänge befinden sich in der Mitte der langen Seiten; auch hat man im Innern nicht die mindeste Spur von Mauern gefunden; wohl aber Säulenreste.

Es wäre möglich, daſs diese Bauwerke nicht ganz bedeckt waren, sondern nur auſsen herum einen bedeckten Säulengang und einen andern in der Mitte, quer durch von einem Eingange zum andern, gehabt hätten, (die Halle zu Pästum hatte einen solchen Mittelgang nach der Länge des Gebäudes), so daſs im Innern der Säulengänge zwei unbedeckte, vielleicht mit Bäumen besetzte Höfe vorhanden waren. Das Aeuſsere einer solchen Halle würde (nur daſs man hindurch sehen konnte) im Allgemeinen einem Dipteros geglichen haben, jedoch ohne Dachgiebel, indem überhaupt die Dachflächen über den schmalen Säulengängen in bloſser Abwässerung der Deckensteine bestanden; wie wir es uns am Pandrosion vorstellen müssen. Was die Vermuthung über die Einrichtung dieser und ähnlicher Bauwerke einigermaaſsen zu begründen scheint, ist die Erwägung, daſs ein gewöhnliches Satteldach über den ganzen Raum nicht ohne Widerspruch gedacht werden kann. Waren nämlich die Giebel, wie gewöhnlich, über den schmalen Seiten angebracht: so war nicht allein die ungerade Säulenzahl und die dadurch veranlaſste Stellung einer Säule gerade unter der Giebelspitze, eine den Griechen kaum zuzutrauende Ungereimtheit; sondern es würde auch die zum Eingang dienende breitere Säulen-Zwischenweite in den Seitenfronten nicht so gerechtfertigt gewesen sein, als auf den Giebelseiten (man sehe oben, wo von den Propyläen die Rede war); noch weniger durfte der Giebel über den langen Seiten errichtet werden, ohne das Gebäude ganz unförmlich zu machen. Zwar findet sich eine ungerade Säulen-

zahl, und zwar wegen der geringen Zahl eine noch auffallendere, auch an den Schultergebäuden der Propyläen zu Athen; allein es ist noch gar nicht ausgemacht, dafs sich Dachgiebel darüber befanden: im Gegentheil möchte solches nach der Stellung der Gebäude zu bezweifeln sein. Die behauptete Ungereimtheit liegt aber darin, dafs ein langer, gerader Stein, wie ihn der Architrav vorstellt, dem Gefühle nicht fest und sicher aufzuliegen scheint, wenn sein Schwerpunct unmittelbar unterstützt ist; es scheint, als ob die mittlere Stütze zu viel zu tragen habe, und zugleich, als ob er sich leichter wie um ein Hypomochlium drehen könne. Auf den langen Seiten, wo gewöhnlich in der Mitte eine Säule steht, war dies nicht sogleich zu entdecken und wurde dem Gefühle nicht bemerkbar: auf der Giebelseite aber war die Säulenzahl nicht allein geringer, sondern es wurde auch aufserdem noch die Mitte durch die Giebelspitze bestimmt angegeben. Freilich mufste der Mangel des Dachgiebels im Vergleich mit den Tempeln und andern Gebäuden einen eigenthümlichen Eindruck machen. Grade ein solcher gehörte aber ganz hier her, und war auch, wenn es dieser Gebäude mehrere gab, ein nicht ungewöhnlicher Anblick. Jedenfalls würden offene Säulenhöfe ein liebliches Bild des heitern griechischen Volkslebens gewesen sein.

Mag auch nicht grade behauptet werden, dafs die Vermuthung rücksichtlich dieser Räume die richtige sei; denn es lag uns nur mehr daran, beispielsweise zu zeigen, dafs die Berücksichtigung des Geistes der griechischen Baukunst bei der Restauration der Ruinen vorzugsweise im Auge zu halten ist, und dafs sie mehr Aufmerksamkeit verdiene, als unbegründete Anologieen mit andern, vielleicht einer verschiedenartigen Gattung angehörigen Gebäuden: so dürfte doch nicht zu bezweifeln sein, dafs die Griechen auch ganz bedeckte Hallen hatten. Wenn ich nicht irre, erwähnt Pausanias bei einigen solchen Gebäuden ausdrücklich der Giebelverzierungen. Auch waren wohl die mehrsten Hallen nicht, wie die zu Thorikus, auf allen Seiten offen; wie denn so oft der Gemälde Erwähnung geschieht, mit welchen die Hallen ausgeschmückt waren.

Die Rundgebäude.

Ein Gebäude mit einem runden Grundplan drückt für das Gefühl ein Hinweisen, ein Streben nach einem Mittelpuncte aus; also nicht die einfachste Art des Gleichgewichts, wie sie das Grundprincip der griechi-

schen Kunst war. War dasselbe zugleich ein Peripteros, so wurde das Gleichgewicht noch auf andere Weise gestört; indem die ausbauchenden Steine des Gebälks in der Mitte vor der Säulenflucht hervortraten und herauszufallen droheten. Ueberhaupt ist die runde Form mit der einfachen Constructionsweise der Griechen nicht ganz verträglich; sie harmonirt nur mit der ihnen fremden Wölbconstruction. Es sind daher auch wohl die Nachrichten von runden Gebäuden der Griechen mit Mifstrauen zu betrachten, obwohl die Griechen für dieselben eine eigene Benennung (Tholos) gehabt zu haben scheinen. Die runden Tempelgattungen des *Vitruv* (Monopteros und Peripteros) gehören zuverlässig seiner, und nicht der griechischen Zeit an. Die auf uns gekommenen runden und vieleckigen Gebäude: das Monument des Lisykrates und der Windthurm zu Athen (von den Theatern u. s. w. sehe man oben), sind nicht mehr aus der früheren, bessern Zeit und überdies nach Form und Bestimmung so unbedeutend, dafs bei ihnen der eigenthümliche Ausdruck sehr vermindert wird. Gehen wir zu den Nachrichten der Alten über, so erwähnt zwar bereits *Homer* eines Tholos im Hause des Odysseus (Od. XXII, 442 u. f.), an der Stelle, wo er diesen befehlen läfst, dafs die Mägde zwischen dem Tholos und der Hofmauer hingerichtet werden sollen. *Vofs* übersetzt das Wort durch Küchengewölbe; *Hirt* will darunter den Abtritt verstanden wissen: jedenfalls war es ein kleines, auf dem Hofe isolirt stehendes Gebäude; denn Telemachos spannt ein Seil aus, welches er auf der einen Seite um einen Pfeiler, auf der andern um den Tholos schlingt. So würde also der Tholos des *Homer*, als ein kleines, untergeordnetes Bauwerk, welches wahrscheinlich gar kein eigentliches Gebäude war, keine weitere Beachtung verdienen. Es konnte zu einem oder andern Zweck ein runder, trichterförmig überdeckter Raum zu wünschen sein, und die Hellenen konnten dazu vielleicht die ihnen von den Pelasgern her bekannte Form um so mehr beibehalten, als es sich hier um nichts weniger als Schönheit handelte.

Aus späterer Zeit erwähnt Pausanias zuvörderst eines Tholos zu Athen, in welchem die Prytanen zu opfern pflegten; (I, 5). Ob dieser Tholos indefs ein förmliches Gebäude, oder nur ein ähnliches Bauwerk wie die Pnyx war, erfahren wir nicht; das letztere ist indessen wahrscheinlich, da die Griechen, auch in der spätesten Zeit, noch häufig Altäre unter freiem Himmel aufstellten, ursprünglich allgemein die Götter im Freien verehrten, und bei der altherkömmlichen Einrichtung des Opfers der Pry-

tanen jene alterthümliche Sitte festzuhalten besonders bewogen sein mochten. Es scheint also wirklich dieses runde Prytaneum kein eigentliches Gebäude gewesen zu sein, sondern vielmehr zu jenen sehr alten, unbedeckten, mit Sitzen in halbrunder, vielleicht auch ganzrunder Form umgebenen Gerichtshöfen gehört zu haben.

Es ist übrigens dieses Prytaneum nicht mit einem andern zu Athen, dessen Pausanias (I, 18) erwähnt, zu verwechseln. Leicht möglich, daſs jenes, in alter Form, unbedeckt entworfene, vielleicht wie die Pnyx im Felsen ausgehauene, und deshalb natürlich auch länger als ein förmliches Gebäude erhaltene Bauwerk, das erste, der Sage nach von Theseus angelegte Prytaneum gewesen ist, das zweite aber in späterer, bequemerer Zeit, als ein eigentliches bedecktes Gebäude errichtet wurde, wohinein man die Sitzungen der Prytanen, ihre gemeinschaftlichen Speisungen u. s. w., welche im Freien sehr unbequem sein muſsten, verlegte, während man das alte Prytaneum zum opfern, vielleicht auch noch zu Versammlungen beibehielt.

Noch eines zweiten runden Gebäudes, neben dem Tempel des Aesculap zu Epidaurus stehend, erwähnt Pausanias (II, 27). Er sagt, es sei von Polyklet aus weiſsem Marmor gebauet, mit Gemälden geschmückt und unter dem Namen Tholos bekannt. Innerhalb des Umfangs ständen 6 Denksäulen, und in alten Zeiten wären noch mehrere vorhanden gewesen, mit dem Namen der Geheilten, in dorischer Mundart; eine andere Denksäule stehe isolirt da u. s. w. Aus dieser Beschreibung läſst sich indessen ebenfalls nicht auf ein förmliches Gebäude, sondern eher nur auf einen mit einer runden Mauer umgebenen Hof schlieſsen, auf welchem jene Denksäulen (wahrscheinlich nicht einmal von der gewöhnlichen Säulenform, welche zu zahlreichen Inschriften keinen Raum dargeboten haben würde), vielleicht auch auſserdem noch Säulenhallen mit jenen Gemälden aufgerichtet waren; mindestens konnten jene Säulen nicht zu dem Gebäude selbst gehören, weil mehrere andere fehlten. *Stieglitz* (Gesch. d. Bauk. S. 225) glaubt zwar, daſs dieser Tholos zur Aufnahme der Kranken und Hülfsbedürftigen gedient habe: dies ist jedoch wohl ein Irrthum; denn Pausanias nennt ausdrücklich ein anderes, ganz nahe dabei gelegenes Gebäude als zu diesem Zweck bestimmt.

So wäre denn auch dieser Beweis für das Vorhandensein runder Gebäude in der eigentlich griechischen Zeit mindestens zweifelhaft. Soll-

ten übrigens beide vorerwähnten runden Bauwerke förmliche Gebäude gewesen sein, so geht doch daraus, dafs sie beide kurzweg Tholos genannt wurden, mit Bestimmtheit hervor, dafs solche Rotunden etwas sehr Seltenes waren, und daher keiner besondern Benennung bedurften. Darauf aber, ob hin und wieder auf besondere Veranlassung eine solche, nicht griechische Form benutzt wurde, kann im Grunde wenig ankommen. Wir haben selbst in der Blüthenzeit noch andere Abweichungen vom rechten Wege angetroffen.

§. 83.
Die Wohngebäude der Griechen.

Alle Nachrichten stimmen darin überein, dafs die Griechen, wenigstens im Mutterlande, bis späthin, sich mit ganz einfachen, gewöhnlich aus getrockneten Lehmziegeln aufgeführten Gebäuden behalfen. Für das, meistens öffentliche Leben bei ihnen waren geräumige Wohnungen entbehrlich, und die republicanische Einfachheit und Eifersucht gestattete keine prachtvollen Privathäuser. Selbst zu Dikäarchs Zeit (um 176 v. Chr.) wurde in mehreren Städten auf die Wohnhäuser wenig verwendet; in Athen waren die Strafsen auffallend unregelmäfsig, und alle Reisende wunderten sich, die berühmte Stadt in dieser Hinsicht so schlecht gebauet zu finden. Mehr Pracht und Ausdehnung scheinen die üppigern Colonialstädte, wie *Diodor* namentlich von Agrigent es rühmt, auch vermuthlich wohl die Städte Klein-Asiens, gehabt zu haben. Auch scheint die Behauptung Dikäarchs mehr blofs dem Aeufsern zu gelten; wenigstens zeugen die einzelnen Andeutungen, welche wir beim *Homer* finden, von nicht unbedeutender Ausdehnung, von hinlänglich bequemer Einrichtung, und selbst von Reichthum der Wohngebäude; mögen wir davon auch noch so viel auf die poetische Uebertreibung rechnen. So mag das Erz und der Stahl, woraus die Mauern und Zimmer um den Pallast des Alkinous bestanden (Od. VII, 86), nur ihre Stärke; die erzene Schwelle, das silberne Gewände und das goldene Gesims der Thür zum Sale daselbst (Od. VII, 88) mögen die grofse Pracht des Königspallastes; die hundert Wohnungen der Söhne und Schwiegersöhne im Pallast des Priamus (Il. VI, 243), aus schön geglättetem Marmor, mögen dessen Gröfse bildlich und poetisch versinnlichen sollen: wo dagegen von der Einrichtung selbst die Rede ist, kann der Dichter seine Beschreibungen nur von den wirklichen Wohnungen seiner Zeit entlehnt

haben. Besonders sind wohl diejenigen Stellen, wo nur *gelegentliche* Andeutungen über das Local vorkommen (und deren giebt es viele) unverdächtig.

Von verschiedenen Archäologen ist die Zeichnung eines griechischen Wohnhauses nach *Homer* versucht worden; die Verschiedenheit der Ergebnisse beweiset aber am besten ihre Unzuverlässigkeit. Die Schwierigkeit liegt besonders darin, daſs sich über die gegenseitige Lage der einzelnen Räume nichts Bestimmtes ermitteln läſst, auch die damalige Bedeutung der technischen Benennungen unbekannt ist und oft sehr willkürlich übersetzt wird. Was sich mit genügender Sicherheit über die Einrichtung der Wohnungen, besonders der des Odysseus zu Ithaka, feststellen läſst, dürfte etwa Folgendes sein.

Das ganze Gehöft war mit einer hohen und breiten Mauer umschlossen, die zugleich zur Vertheidigung diente und Zinnen hatte. Ein Thor darin diente zum Zugange. Vor demselben befanden sich steinerne Sitze, wo sich die Männer zur Berathung u. s. w. versammelten und niederlieſsen. Hier tritt uns der Gegensatz des öffentlichen und Privatlebens der Griechen in einem anschaulichen Bilde entgegen. Das Familienleben und die innere Wirthschaft ist ganz von der Auſsenwelt abgeschlossen; der Mann tritt bei jeder Gelegenheit aus diesem Kreise in die Oeffentlichkeit hinaus.

Innerhalb der äuſsern Mauer, welche die Höfe und auch die Gärten mit umschlossen haben mag, scheinen die eigentlichen Gebäude, wie das Bedürfniſs sie jedesmal erheischte, ziemlich unregelmäſsig neben einander gestellt gewesen zu sein, und es ist gewiſs ein Haupt-Irrthum, in welchen man ziemlich allgemein bei den Versuchen von Restaurationen verfallen ist, alle Räume in einen parallelepipedischen Kasten einschlieſsen zu wollen. Wir haben gesehen, wie sehr die Griechen bei der Anordnung ihrer öffentlichen Gebäude die Form nach dem Bedürfnisse einrichteten (Theater, Odeen, Rathhäuser u. s. w.), und dürfen also hier, wo das Aeuſsere überhaupt so wenig beachtet wurde, wo die Unregelmäſsigkeit der Anlage noch in spätern Zeiten (denen des Dikäarch) auffallend war, mit Sicherheit voraussetzen, daſs man nur vorzugsweise die gröſseste Bequemlichkeit, unbekümmert um die regelmäſsige Gestaltung des Aeuſsern, im Auge behalten habe. Odysseus, um nur ein Beispiel anzuführen, bauete sein Schlafgemach um und über einen Oelbaum, der im Gehege, nahe an dem Wohnhause stand (Od. XXIII, 190). Es war dies Gemach also unbe-

zweifelt ein isolirter Anbau am Wohnhause, mit dessen Innern er in Verbindung stand. So mögen, wie es von den Wirthschaftsgebäuden auf dem Landgute des Laertes (Od. XXIV, 208) gesagt ist, die Viehställe, die Vorrathshäuser, die Fremdenwohnungen, vielleicht auch die Wohnungen der erwachsenen Söhne u. s. w. das Hauptgebäude bald in dieser, bald in jener Stellung umgeben haben; wie es denn z. B. von Alkinous Pallast (Od. VI, 303) heifst „die Gebäude umher." Wie es scheint, bedeutet bei *Homer* das Wort *Vorhaus* den Vorhof und die darauf stehenden Gebäude. Mitten auf dem Vorhofe steht der Altar des Zeus; wahrscheinlich fehlte es hier auch nicht an Säulenhallen vor den Gebäuden (Od. XX, 176, XXI, 390, XXII, 449). Vielleicht war dieser Vorhof der einzige Theil des Gehöftes, welcher äufsere Architektur hatte, und so mag hier noch am ersten eine Regelmäfsigkeit in der Anordnung zu erwarten sein; wenn gleich sie auch hier durch einzelne Aeufserungen *Homers* zweifelhaft wird. Denkt man sich dem Eingange oder Hofthore gegenüber die Giebelseite des eigentlichen Wohnhauses (die Front bei den Griechen) und rechts und links die Nebengebäude mit den Säulenhallen, so läfst sich ein ganz entsprechender und zugleich schöner Effect voraussetzen, und es erklärt sich bei dieser Anordnung von selbst, weshalb es auf das Aeufsere des eigentlichen Wohnhauses auf den drei andern Seiten wenig ankam: man sah diese Aufsenseiten nicht, oder doch nur vom Garten aus.

Im Wohngebäude zieht der Männersaal vorzugsweise die Aufmerksamkeit auf sich. Man trat unmittelbar aus dem Flur in denselben ein. Er mufs geräumig, und besonders sehr lang gewesen sein; dies geht aus der darin angestellten Probe des Bogenschiefsens und aus der Art und Weise des Kampfes zwischen Odysseus und den Freiern hervor. Der Saal hatte einen Estrich (Od. XXI, 120) und „hochragende Säulen." Er war vermuthlich in drei Schiffe abgetheilt, oder, richtiger, er hatte umlaufende Säulenhallen. In dem einen Seitenschiffe scheint der Heerd gestanden zu haben; denn Odysseus setzt sich bei demselben an einer „ragenden Säule" nieder, Penelope ihm gegenüber an der „andern Wand, im Glanze des Feuers" (XXIII, 90). Gewöhnlich nimmt man an, dafs sich über dem Heerde ein Rauchfang und Schornstein befunden habe: dies ist jedoch wahrscheinlich irrig, und das Wort ὀπαίον für die Oeffnung, durch welche Pallas als Vogel entfliegt (I, 321), mufs eine andere Oeffnung als die des Kamins, wie gewöhnlich angenommen wird, bezeichnet haben. Selbst

wenn man zugeben wollte, daſs sich trotz des Rauchfangs einiger Rauch zu Zeiten anderswohin im Saal werde verbreitet haben, so konnte dies doch nicht wohl in dem Maaſse geschehen, daſs die im Saale in einem besondern Verschluſs aufbewahrten Waffen, „so weit hindampfte das Feuer," vom Rauch geschwärzt wurden (XVI, 288) und daſs *Homer* das Gebälk „schwarzberusset" nennen konnte (XXII, 239). Fenster wie die unsrigen, in den Seitenmauern, hatte der Saal nicht; sonst würden sich wohl die Freier durch sie zu retten versucht haben.

Es geht ferner aus mehreren Andeutungen *Homers* mit Sicherheit hervor, daſs der Männersaal nicht allein vorn vom Flur und hinten von der Frauenwohnung, sondern auch an beiden Seiten von Gemächern umgeben war. Diese Seitentheile, oder die Umgebung des Saals, scheinen in zwei Stockwerke getheilt gewesen zu sein; denn es ist häufig die Rede vom Empor- und Hinabsteigen, von obern Kammern, und von einer hinaufführenden Treppe (XXII, 126—143 und an andern Stellen). Daſs dieses zweite Stockwerk sich über den Saal hin erstreckt hätte, ist nicht wahrscheinlich. Der Saal reichte vielmehr wohl durch beide Stockwerke hindurch und wurde von oben beleuchtet. Schwerlich geschah dies durch metopenähnliche Oeffnungen, dicht unter der Decke, in den Seitenwänden: sonst müſste der Saal die Seitentheile nicht unbedeutend überragt haben, und müſste mithin, da das obere Stockwerk nicht niedrig sein konnte, (denn Melantheus wird in der oben gelegenen Waffenkammer gebunden und *hoch* an der ragenden Säule empor bis dicht an die Balken gezogen XXII, 192) eine übertriebene Höhe gehabt haben. Ueberdies war eine solche Construction, mit absatzförmigem Emporsteigen einzelner Theile, der griechischen Architektur fremd und mit den schrägen Dachungen nicht gut vereinbar. Es ist also wohl wahrscheinlich, daſs die obere Decke wagerecht über das ganze Gebäude hinlief und daſs der Saal durch Oeffnungen in der Decke, oder, noch wahrscheinlicher, durch eine groſse Oeffnung im Mittelschiff, eben durch das ὀπαῖον, erleuchtet wurde; welches denn auch zugleich zur Abführung des Rauches dienen mochte. Sind wir überzeugt, daſs die Tempelgattung Hypäthros wirklich existirt hat, so läſst der Gebrauch des Wortes ὀπαῖον, vom *Plutarch* bei dem Tempel des Ceres zu Eleusis, kaum noch einen Zweifel übrig, daſs auch im Männersaale der mittlere Theil innerhalb der Säulen ganz unbedeckt war: ein Umstand, der hier weniger auffallend ist, als bei den Tempeln, da man sich bei

eintretendem Regen in die Seitenhallen und innern Gemächer zurückziehen konnte und keine kostbare Tempelstatue hier des Schutzes bedurfte. Zwar erwähnt *Homer* der fichtenen Balken: allein damit können ebensowohl die Balken über den Seitenschiffen oder den umlaufenden Säulenhallen gemeint sein. Die Unbedecktheit des mittleren Theils vom Saale war auch den Homerischen, noch sehr patriarchalischen Zeiten, die noch wenig Bequemlichkeit verlangten, ganz angemessen; sie war eine echt griechische Idee; denn schwerlich mochten sich die Griechen bei ihren Festen und Ergötzlichkeiten in dumpfe, dem heitern Tageslicht unzugängliche und von der lebendigen Aufsenwelt abgesonderte Säle einschliefsen wollen. Die Ausführung der Säle hatte ferner constructionell gar keine Schwierigkeit; die Anordnung gewährte sogar das einfachste Mittel zur Erleuchtung des im Innern liegenden Saals; und es erklärt sich endlich sehr leicht der Tempel Hypäthros, welcher dann freilich (was aber auch durch nichts bestritten wird) wohl ebenfalls schon früh, und früher als man gewöhnlich glaubte, im Gebrauch gewesen sein müfste, wiewohl es noch lange Zeit gedauert haben konnte, bevor man sich von dem alterthümlichen Gebrauche der dunkeln Zellen abzuweichen getrauete.

Hinter dem Männersaal folgte, vielleicht erst hinter mehreren andern Zimmern, (XVII, 266 „Zimmer folgen auf Zimmer,") die Frauenwohnung, welche einen zweiten Saal in der Mitte und, mit den den Saal umgebenden Kammern und Wohngemächern in zwei Stockwerken, dieselbe Einrichtung wie die Männerwohnung gehabt zu haben scheint; nur, dafs Alles einfacher, schmuckloser und weniger grofs war. Die Dachung des Gebäudes scheint sehr flach und durch eine Treppe zugänglich gewesen zu sein; denn Elpenor lagert sich auf dem Dache der Wohnung der Kirke, und stürzt hinunter, weil er die Treppe verfehlt; (Od. X, 555). Es war also gewöhnlich, sich auf der Dachung aufzuhalten, ohne dafs dieselbe ein Geländer gehabt hätte. *Hirt* nimmt noch ein besonderes Kellergeschofs an, in welchem die Vorräthe von Wein, Oel und Mehl, und die Kisten mit Gold, Silber, Kleidungsstücken u. s. w. aufgestellt waren; es ist indefs wohl glaublicher, dafs diese Vorrathskammern, mit den andern Räumen zu gemeinern Bedürfnissen, desgleichen die Schlafkammern für das Gesinde u. s. w. das untere Geschofs einnahmen, während die eigentlichen Wohn- und Schlafzimmer der Herrschaft und der höhern Bedienung sich im obern Geschosse befanden. Zwar bedient sich *Homer*, wo er von jenen Vor-

rathskammern spricht (Od. II, 337. Il. VI, 288) des Ausdrucks „Hinabsteigen"; auch wird dieser Ausdruck an den beiden Stellen nicht grade in Beziehung auf das obere Geschofs gebraucht: allein der Fufsboden der Kammern lag vielleicht um einige Stufen niedriger, damit die zwei Stockwerke der Nebenräume mit dem einen Stockwerke des Saales gleiche Höhe bekommen möchten. *Homer* sagt auch „zu der Schwelle hinansteigen," und von dem Kampfe zwischen Odysseus und den Freiern heifst es ebenfalls (XXIV, 178) „sprang dann zur Schwelle hinauf" und „zielend von oben daher." —

Es wurde schon oben auf den Widerspruch zwischen den Andeutungen *Homers* und den Nachrichten *Dikäarchs* und Anderer hingedeutet. Die Wohnungen beim *Homer* sind geräumig und prachtvoll. Es geht solches nicht blofs aus häufigen Beiwörtern hervor, welche freilich nur weniger Rücksicht verdienen; sondern es finden sich auch bestimmte Zeugnisse davon: zum Beispiel „Zimmer folgen auf Zimmer" (Od. XVII, 266). In dem Pallast des Menelaos „glänzt es von Erz, Gold, Elektron, Elfenbein und Silber (IV, 72)." Im Pallast des Alkinoos sind die Wände von Erz (d. h. mit Erz bekleidet), mit stählernen Gesimsen; auf der ehernen Thürschwelle stehen silberne Pfosten; darüber sind Sturz und Kranz von demselben Metalle; die Thüren und die Ringe daran sind von Gold; daneben standen auf jeder Seite silberne und goldene Hunde (VII, 85) u. s. w. Dafs es dabei etwa an eigentlicher Architektur ganz gefehlt habe, läfst sich ebenfalls nicht geradezu behaupten; es werden manche Theile, Gebälke, Gesimse, Thürpfosten u. s. w. genannt, wie sie später vorkommen; besonders mufs man sich an die so oft vorkommenden Säulen erinnern, deren nicht blofs im Saale, sondern auch in den Kammern stehen (XXII, 176). Freilich hat es *Homer* nur mit fürstlichen Pallästen zu thun, welche seine Phantasie weit über die Wirklichkeit reich ausschmücken mochte: immer aber wird es doch schwierig sein, die Beschreibungen *Homers* so weit herabzustimmen, dafs sie zu den fast als ärmlich geschilderten Wohnungen der Griechen in der Blüthenzeit ihrer Kunst in ein passendes Verhältnifs zu stehen kämen. Es ist daher wahrscheinlich, dafs die spätern Beschreibungen nur das Aeufsere betreffen, welches auch zu *Homers* Zeiten weder schön noch prachtvoll gewesen zu sein scheint, und welches gegen die Tempel sehr abstechen mochte.

Was wir aus *Homers* Andeutungen noch besonders hervorzuheben

haben, ist die Hinweisung auf die frühere pelasgische Bauart, die wir in der häufig erwähnten Ausschmückung des Innern mit Metall, und darin, daſs nirgend steinerner Decken gedacht wird, vielmehr viel von Zimmerwerk vorkommt, finden. Dies stimmt auch ganz mit dem überein, was wir oben von der anfänglichen Benutzung der pelasgischen Bauart sagten. Mag gleich zu *Homers* Zeiten der Baustyl schon eigenthümlich hellenisch gewesen sein, so konnten doch dergleichen den Styl nicht beeinträchtigen, und Einzelnheiten von früher her bis zu dieser und vielleicht noch späterer Zeit konnten sehr wohl beibehalten worden sein. Hat man wirklich noch in und nach der Perikleïschen Zeit die Wohnhäuser gröſstentheils von Luftziegeln aufgeführt, so war dies ein älterer Gebrauch; denn früher bauete man auch die Stadtmauern (zu Mantinea z. B.), die Tempel und andere Gebäude davon. Wir müssen hierbei noch einen Augenblick verweilen.

Der Bau mit Luftziegeln läſst sich nicht wohl mit dem Gebrauch steinerner Decken und zahlreicher steinerner Säulen vereinigt denken. So lange daher diese Bauart allgemein war, mochte man wohl weder die einen noch die andern kennen; die Decken zimmerte man ganz aus Holz und behielt dann diese bequeme und auch zu der spätern soliden Bauart recht gut passende Construction für das Innere auch späterhin bei. Auch die Säulen scheinen in der Urzeit selten, und nur von Holz gewesen zu sein, wie es die von *Pausanias* angeführten einzelnen Reste (§. 72.) genügend beweisen. Natürlich wurden die hölzernen Säulen, nachdem man steinerne zu machen gelernt hatte, vergessen; auch haben die hölzernen gewiſs eine ganz andere, rohere Form gehabt. Dies geht mit Sicherheit aus den Worten des *Pausanias* hervor, wo er (X, 5) von dem ältesten Tempelhause des Apollo sagt, es solle aus Lorbeerbaumholz aufgerichtet gewesen sein, und dann hinzufügt, daſs es mithin wohl nur eine Hütte vorgestellt habe. Der Sage nach sollen zu Athen Euryalus und Hyperkius die ersten Häuser von Luftziegeln errichtet haben, bis zu welcher Zeit man nur in Höhlen wohnte; der Gebrauch dieser einfachen Bauart geht also jedenfalls in die pelasgischen Zeiten zurück, in welchen sie wahrscheinlich die frühesten ägyptischen Colonieen mitgebracht und neben der einheimischen kyklopischen Bauart, die sich mehr bloſs zu einfachen Mauern eignete, bei eigentlichen Gebäuden eingeführt hatten, bis der Quaderbau (und zwar ebenfalls noch vor der eigentlichen Hellenenzeit) bei wichtigern Ge-

bäuden sie verdrängte, während das leichtere Material, seiner Wohlfeilheit wegen und weil es den Vortheil gröſserer Trockenheit gewährte, zu Wohnhäusern sich fortwährend im Gebrauch erhielt.

§. 84.
Die Denkmäler.

Nicht weniger als die Tempel sind die Denkmäler eines Volkes zu beachten. Sie bieten der Baukunst einen nicht minder würdigen Stoff und noch mehr Gelegenheit dar, eigenthümliche, nicht vom Bedürfniſs beschränkte Werke hervorzubringen. Besonders wichtig und gewöhnlich auch sehr zahlreich sind die *Grabmäler,* welche zugleich einen tiefern Blick in die religiöse Denkweise der Völker gewähren.

Im trojanischen Kriege sehen wir die Griechen ihren ausgezeichneten Helden eben solche riesenmäſsige Grabhügel, mit kleinen, aus rohen Steinen gebaueten Todtenkammern im Innern, errichten, wie die Trojaner und Pelasger, und wie wir sie in der frühesten Periode als gemeinsame Denkmale aller ältesten Völker jener Gegenden kennen lernten. Auch von kleinern Hügeln, mit einzelnen Denksäulen oder Denksteinen bezeichnet, giebt *Homer* Kunde; z. B. in der Ilias (XI, 371), wo Paris, auf dem Grabmal des Ilos stehend, *hinter die Säule* geschmiegt, auf Diomedes zielt. Solche Grabmäler müssen auch wohl in Griechenland selbst, allgemein und lange Zeit gebräuchlich gewesen sein. *Pausanias* erwähnt ihrer mehrere; theils bloſse Erdhügel (z. B. das Grab der Freier der Hippodamia, VI, 20, des Zetus und Amphion IX, 17, des Lykus II, 7), theils mit Steinen eingefaſst (das Grab des Aepytus VIII, 16), theils ganz aus Steinen aufgeschichtet (bei Ordromenos VIII, 13); andere mit Denksäulen geziert, auf welchen entweder der Name und Ort des Gestorbenen verzeichnet, oder in welchen bildliche und symbolische Darstellungen eingehauen waren; wie z. B. die vielen Gräber bei Marathon I, 29 u. f. und die Grabmäler der gegen Philipp gefallenen Thebaner, deren Tapferkeit durch einen Löwen bezeichnet wurde (VIII, 40). Etwas Näheres erfahren wir von solchen Gräbern wiederum durch *Pausanias.* Er sagt (II, 7) „Die „Sicyonier begraben ihre Todten gröſstentheils auf ähnliche Weise: den „Leichnam bedecken sie mit Erde; von Steinen führen sie eine Einfassung „daran auf, stellen Säulen darauf, und auf diese setzen sie einen Aufsatz, „ganz nach Art der Giebel an den Tempeln." Vielleicht sehen wir in den

von der Gesellschaft der Dilettanten unter den jonischen Alterthümern gezeichneten beiden Grabmälern zu Nysa Beispiele solcher Denksäulen.

Dies würde bestätigen, daſs die freistehenden, einzelnen, d. h. nicht zu einem Gebäude gehörigen und unbelasteten Säulen der Griechen, bis zu den Zeiten des Verfalles der Kunst, eine ganz andere Gestalt hatten als die eigentlichen Säulen, oder, mit andern Worten, daſs die Griechen die wirkliche Säule nie (wie später die Römer, oder auch sie selbst in späterer Zeit) im Freien und ohne durch das förmliche Gebälk architektonisch belastet zu sein, aufstellten, und daſs die von den Alten an solchen Stellen unter dem Namen „Säule" erwähnten Denksteine eine beliebige, von der eigentlichen nach statischen Gesetzen gebildeten Säulenform ganz abweichende Gestalt hatten. Wäre dies nicht der Fall, so würde man die unten zu erörternde statische Bedeutung der Details der griechischen Baukunst in Zweifel ziehen, oder die Griechen einer tadelhaften Inconsequenz, wie es später freilich oft genug geschehen muſs, beschuldigen müssen. Es geht aber die Verschiedenartigkeit der Form, auſser aus jenen und andern Beispielen, noch weiter aus den Anführungen der Alten, aus den Inschriften und Bildwerken, zu welchen die cannelirten Säulen keinen Raum darboten, und aus den Giebelaufsätzen hervor.

Andere unterirdische Grabgemächer aus grauer Vorzeit, in Form der sogenannten Schatzhäuser, haben sich besonders zahlreich bei Mykenä erhalten; wir sind jedoch ungewiſs, ob sie den Pelasgern oder den frühesten Hellenen angehören. Im letztern Falle wären sie jedoch von den Pelasgern entlehnt. (Man sehe §. 73.) Auch die Labyrinthe zu Creta, Samos u. s. w. mögen ursprünglich die Bestimmung der Gräber gehabt haben.

Alle diese Grabdenkmäler sind indeſs nicht eigentlich griechisch zu nennen; sie athmen nicht den Geist hellenischer Bildung und Gesinnung; sie sind fremdartigen Ursprungs. Von den schatzhausförmigen, d. h. in Spitzbogenform gewölbartig ausgeführten Todtenkammern, wie von den riesenmäſsigen Todtenhügeln, ist Solches bereits früher genügend nachgewiesen worden. Die Idee der emporstrebenden Pyramidalform der Urzeit, welche vielleicht besonders den letztern ursprünglich zum Grunde lag, würde in dem Geiste der Griechen keinen Anklang gefunden haben. Auch so noch, obgleich jene Idee nicht mehr erkennbar war, scheinen sich die Griechen mit dieser Art von Denkmälern, wenn auch nur, weil sie zu roh waren, nicht sonderlich befreundet und sie nur hauptsächlich da gebauet

zu haben, wo die kunstlose schnelle Ausführbarkeit sie empfahl; namentlich als Gräber der in einer Schlacht gefallenen Krieger. Selbst von den allgemeiner üblichen kleineren Erdhügeln mit Denksteinen mag noch zu bezweifeln sein, ob sie griechischen oder fremden Ursprungs sind. Zwar ist es jetzt erwiesen, daſs die Griechen der spätern Zeit ihre Todten häufiger begruben, als verbrannten, und insofern war die Bestattungsweise, wie *Pausanias* sie bei den Sicyoniern beschreibt, ganz angemessen; es ist indessen wahrscheinlich, daſs in frühern Zeiten die Sitte des Verbrennens, welche *Homer* beschreibt, allgemein war, und das Begraben erst später üblich wurde. Waren nun jene Todtenhügel, wie aus dem *Pausanias* hervorgeht, schon in den ältesten Zeiten im Gebrauch, und muſs es als in der Natur der Sache liegend betrachtet werden, daſs sie ursprünglich bei einem Volke aufkamen, welches seine Todten begrub (denn zur Beisetzung der Grab-Urnen war es natürlicher, zugänglichere Plätze zu wählen): so scheint es doch, als ob die Griechen diese Sitte in frühester Zeit von älteren Völkern, wahrscheinlich mittelbar durch die Pelasger, angenommen, anfänglich aus Gewohnheit, später aber, weil auch sie ihre Todten zu begraben anfingen, beibehalten haben.

Haben denn nun aber die Griechen gar keine eigenthümlichen Grabdenkmäler gehabt? Allerdings; und zwar in einer so groſsen Zahl, wie kein anderes Volk. *Pausanias* führt fast eben so viel Grabmäler als andere Gebäude an, sagt jedoch, auſser bei den oben gedachten, wie gewöhnlich, nichts Näheres über ihre Form. Es waren theils wirkliche Gräber, theils bloſse Denkmäler. Die erstern kommen öfter in ganz einfacher würfelartiger Form, aus Quadern aufgemauert und mit Fuſs- und Deckgesims vor, sind inwendig hohl, mitunter aber ohne Eingang in den Raum, welcher die Grabkammer gewesen zu sein scheint; wahrscheinlich wurden sie als Postamente von Statuen, Denksäulen oder Sarkophagen benutzt. Andere Grabmäler zeigen sich als förmliche kleine Gebäude, gewöhnlich in quadratischer, wohl auch runder Form, mit massiven Unterbauen und darauf stehendem Säulenpavillon, mit förmlichem Dache darauf, welches jedoch mitunter, wie an dem römisch-griechischen Grabmale zu Mylasa, treppenförmig emporgestiegen sein und oben eine Statue oder einen sonstigen Aufsatz getragen haben mag. Wieder andere Grabdenkmäler haben ganz die Form kleiner Tempel; wie denn die Tempel selbst auch als Gräber der Heroen benutzt wurden. Und so mögen denn zu den Grab-

denkmälern die verschiedenartigsten Formen benutzt worden sein; wie es bei Bauwerken, welche der Phantasie des Künstlers ein freies Feld liefsen, natürlich war.

Was uns bei allen diesen Grabmälern, so weit wir darüber urtheilen können, besonders auffällt, ist die Leichtigkeit und Gefälligkeit der Architektur, welche im Uebrigen von der gewöhnlichen nicht abweicht. Die Details sowohl, als besonders die Form des Ganzen, drücken noch lange nicht einmal den Ernst und die Würde der Tempel aus; was freilich zunächst eine Folge der geringen Gröfse war, dem doch aber hätte entgegengewirkt werden sollen. Auch die oben gedachten Denksteine haben sogar eine freundliche Form, und leichte, gefällige Gesims- und Blätterverzierungen. Aufser den Inschriften und den Reliefs, welche letztere gewöhnlich an die Beschäftigung der Todten erinnern, oder auch wohl dessen Abschied, das Entschweben der Seele in der Form eines Schmetterlings oder Vogels allegorisch und ebenfalls auf eine freundlich-sinnliche Weise darstellen, erinnert Nichts, weder an die Schrecken, noch an die Segnungen des Todes, weder an die Vernichtung des Leibes, noch an die Auferstehung der Seele. Grade dies war aber vollkommen im Geiste des Volkes und seiner Religion.

Die Religion der Griechen, mehr auf Sittlichkeit als auf Tugend gegründet, mehr für diese als für jene Welt berechnet, und mehr practisch als speculativ, lehrte zwar eine Fortdauer nach dem Tode: aber die Begriffe davon waren schwankend und dunkel; das Leben der Verstorbenen war ein kraft- und willenloses Schattendasein. Die Ehre, welche dem Todten bei der Bestattung erwiesen wurde; der Nachruhm, der von ihm auf der Erde zurückblieb, wurden von höherem Werthe erachtet, als die Freuden Elysiums. Freilich erwachten auch reinere Ahnungen vom jenseitigen Leben und die Idee von einer Vergeltung nach dem Tode, (bei *Pindar* 500 v. Chr.); allein diese poetischen Lichtblicke kamen zu spät, um im Volksglauben feste Wurzeln zu fassen; es ermangelte ihnen die lebendige Kraft und Klarheit, womit sie erst den ganzen Menschen durchdringen müssen. Die Griechen waren hienieden zu glücklich, um auf ein höheres Glück jenseit ihr ernstes Streben zu richten; und so zog sich der uralte Glaube an einen geistig-seligen Zustand nach dem Tode, an eine einstige Vereinigung mit der Gottheit, und das gewifs auch nur mit sehr dunkeln Vorstellungen, in den Mysteriendienst zurück. Was blieb nun

unter diesen Umständen den Griechen, wenn sie der ernste Anblick des Todes nicht bis zur Vernichtung erschrecken sollte, anders übrig, als diesen unabwendbaren Tod mit Blumen zu bekränzen und zu bedecken?! So sorgte denn auch der minder Begüterte mit frommer Pietät dafür, seine geliebten Abgeschiedenen durch ein Denkmal zu ehren (so dafs *Solon* es nöthig fand, der dabei stattfindenden Verschwendung durch ein Gesetz zu wehren); und so gehörte die freundliche Form der Grabdenkmäler demselben Ideenkreise an, wie die Vorstellung des Todes unter dem Bilde des Jünglings mit der verlöschenden Fackel und der in Sehnsucht nach dem Höhern entschwebenden Seele in dem Mythos der Psyche, einer, trotz der herrschenden Sinnlichkeit, erhabenen Allegorie der griechischen Dichtkunst. So erklärt es sich endlich, warum die Griechen, bei aller Sorge für die Ehre der Todten, ihre Denkmäler nur durch Zierlichkeit und Pracht, nicht durch Gröfse auszeichneten; vielmehr im Allgemeinen nur ganz klein baueten. Eben, um dem Werke einen recht zierlichen und freundlichen Ausdruck zu geben, bauete man klein; überdies mufste der Bau schnell fertig werden, um dem Todten so früh als möglich seine Ehre zu geben.

Ein einziges Denkmal (aus der Mitte des vierten Jahrhunderts v. Chr.), das Grab des Königs Mausolus zu Halikarnafs, hatte eine bedeutendere Gröfse, nemlich 113 Fufs Länge, 93 Fufs Breite und 104 Fufs Höhe. Unten war es von Säulenhallen umgeben; darüber erhob sich ein später errichteter treppenförmiger Aufbau von 24 Stufen, oben mit einer Quadriga; aufserdem war es auf allen 4 Seiten (wahrscheinlich in den Metopen) mit Reliefs geschmückt, welche von Scopas, Bryaxis, Thimotheus und Leochares (oder, nach *Vitruv,* statt von Thimotheus von Praxiteles) verfertigt waren. Abgesehen von dem spätern Aufbau verräth aber auch dieses Monument keine bedeutende Abweichung von der sonstigen Anordnung, und, nach den vielen Bildwerken zu schliefsen, keinen sehr ernsten Ausdruck. Seine Gröfse ferner erreicht noch lange nicht die der bedeutenderen Tempelgebäude; dennoch wurde es von den Alten so ausgezeichnet gefunden, dafs man es zu den sieben Wunderwerken der Welt zählte.

Von den übrigen Denkmälern der Griechen ist nur flüchtig zu bemerken, dafs sie entweder in Statuen, welche man den ausgezeichneten Männern errichtete, oder auch wohl in Denksäulen, oder in ähnlichen kleinen Bauwerken, wie die Grabmäler, bestanden; wie z. B. das choragische

Monument des Lisykrates. Während dieses sich durch seine ungemeine Zierlichkeit auszeichnet, beweiset dagegen das im Felsen ausgehauene choragische Monument des Trasyllos, daſs eine Unterscheidung der Ehren- und Grabdenkmäler durch einen freundlichern Ausdruck der ersteren grade nicht beabsichtigt wurde; gewiſs hätte man sonst die Höhle eher zu einem Grabmale als zu einem choragischen Denkmale gewählt.

B. Die Details.

§. 85.

Vorbemerkung.

Während sich in der Haupt-Anordnung der Bauwerke der Character des Landes und Volkes im Allgemeinen und die Bestimmung der Gebäude im Besondern aussprechen, haben die Detailformen dagegen mehr den Zweck, die Constructionen deutlich zu machen und die statischen Gesetze, nach welchen dieselben gebildet wurden, ästhetisch zu versinnlichen. Natürlich muſs dabei eine gegenseitige Uebereinstimmung statt finden: selbst die kleinsten Formen müssen, auſser jenen besondern Zweck, die Character-Eigenschaften des Ganzen wiederspiegeln. Je bestimmter dies geschieht, um so vollkommener wird die Schönheit und namentlich ihr eigenthümliches Element, die Harmonie sein.

Die Schönheit bei den Griechen war mehr sinnlicher Art; sie konnte und muſste daher insbesondere nach Deutlichkeit streben. Gerade durch diese erfreuet sich die Antike einer so allgemeinen Anerkennung und Gültigkeit. Nun ist die statische Bedeutung der architektonischen Formen diejenige, welche am leichtesten erkannt und nachgewiesen und am deutlichsten empfunden werden kann. Es muſste also die Darstellung der Constructionen und der ihnen zum Grunde liegenden Gesetze zu einer Haupt-Aufgabe der griechischen Baukunst werden; und diese Aufgabe stand wieder mit den übrigen Eigenschaften des Styls, namentlich dem Gleichgewichte, als dem Hauptprincipe, in inniger und ungesuchter Verbindung; denn die Constructionen haben ja eben den Zweck, Gleichgewicht hervorzubringen.

Man hat versucht, der Entstehung der griechischen Bauformen nachzuspüren, indem man sie aus dem ursprünglichen Bedürfniſsbau ableiten

wollte. Allerdings würde es höchst nützlich sein, dem Entwicklungsgange grade der griechischen Baukunst, welche eine so systematische Vollendung zeigt, dafs sich keine Lücken und Sprünge dabei erwarten lassen, nachzuforschen und von ihrer ersten Entstehung an die allmäligen Schritte ihrer Ausbildung zu verfolgen. Doch schon beim ersten Blick überzeugt man sich leicht, dafs ein solcher Versuch nothwendig scheitern mufs. Wir haben, aufser einigen pelasgischen Resten, welche einen durchaus fremdartigen Character tragen, und aus welchen auch nicht eine einzige griechische Form erklärt werden kann, nur die Zeugnisse der Blüthe und des Verfalls der griechischen Kunst vor Augen; ihre Keime und Knospen sind spurlos verschwunden. Die älteste Tempelruine zu Corinth zeigt im wesentlichen dieselben Formen, wie der Parthenon. Die Tempel zu Pästum dürften, als aufserheimathliche Bauten, nur mit grofser Vorsicht in Betracht zu ziehen sein. Vielleicht mag hier ein fremder Einflufs zu den abweichenden Formen mitgewirkt haben. Zwar bemerken wir auch in dem kleinen, den Gipfel der Vollendung der Kunst umfassenden Kreise ein langsames, sicheres Fortschreiten: aber es sind nur die letzten, leichten Schritte zum Mittelpunct hin; das steilere und langsamere Aufsteigen aus der Tiefe bleibt uns verborgen. Auf ein so dunkles Gebiet sich zu begeben und die mangelnden historischen Beweise durch Hypothesen zu ersetzen, welche in den wenigen zerstreuten Nachrichten der Alten und in den verdächtigen Angaben *Vitruvs* nur sehr unsichere Stützen finden, möchte aber allenfalls nur bei einem Volke zu wagen sein, welches vom Anfange an sich selbst überlassen war: von den Griechen dagegen müssen wir annehmen, dafs sie anfänglich sich der pelasgischen Bauart bedienten und dieselbe dann später nach und nach verliefsen.

So können wir denn also auf die Frage, wie die früheste eigenthümliche Bauart der Griechen beschaffen gewesen sei, nur die indirecte Antwort geben: „Jedenfalls so, dafs daraus die Entwickelung der Constructionen und For- „men, wie die Monumente sie uns kennen lehren, ohne Zwang möglich „war." In keinem Falle dürfen wir die spätern Formen und Zierden aus einer frühern Bauart ableiten, welche keine Aehnlichkeit mit den Constructionen an den noch vorhandenen Monumenten hatte. Wenn die Form aus der Construction entstanden ist, und wenn sie eben darum schön genannt wird, so folgt auch, dafs sie sich zugleich mit ihr ausbilden mufs, und dafs, wenn sich die Construction ändert, auch die Form sich neu ge-

stalten mufs, oder aber zur bedeutungslosen Nachbildung herabsinkt, und dann eben dadurch unschön wird. Mag dies auch nicht allzustreng genommen werden dürfen, so ist doch sicherlich ein System, welches sich grade auf die Uebereinstimmung der gegenwärtigen Formen mit einer frühern Construction gründet, also die Nicht-Uebereinstimmung der gleichzeitigen Formen und Constructionen voraussetzt, von Grunde aus falsch. Namentlich mufs dies der Fall sein, wenn die dem Steine gegebenen Formen aus einem ursprünglichen Holzbau abgeleitet werden sollen. Dies hiefse, zu einer bessern, ausgebildetern Bauart fortschreiten und gleichwohl in künstlerischer Hinsicht das Bild des frühern Unvollkommenern festhalten.

Nicht die *Entstehung*, sondern die *Bedeutung* der architektonischen Formen müssen wir finden: *diese ist eigentlich das, was wir suchen.* Denn die Entstehungsweise, die oft zufällig gewesen sein mag, immer aber, dem rein sinnlichen Character der antiken Kunst zufolge, ursprünglich aus der Phantasie hervorgetreten sein mufs, kann uns gleichgültig sein, wenn wir nur die Gründe kennen, mit denen der Verstand die rasche Erfindung der Phantasie hinterher rechtfertigte; wenn wir nur wissen, warum diese oder jene Form allgemein als schön anerkannt und benutzt wurde; gleichviel ob die Griechen diese Prüfung förmlich angestellt haben, oder ob der ihnen angeborne Schönheitssinn sie derselben überhob.

Wir werden jene Bedeutung finden, wenn wir die Form mit der mit ihr verbundenen, nicht mit einer frühern Construction vergleichen, ohne dabei den Gesammtcharacter des Kunststyls aus dem Auge zu lassen. Die Construction selbst, und zugleich die Form, welche sie von ihr ohne Zuthun der Kunst annimmt, wird nur vom Verstande begriffen; erst die schöne Form, d. h. diejenige, welche der Künstler dem Gegenstande giebt, wird zur Sprache für das Gefühl. So z. B. wissen wir, dafs es, wenn keine fremden Kräfte auf einen Körper wirken, für seinen festen Stand gleichviel ist, ob er regelmäfsig oder unregelmäfsig gestaltet sei; ob er lothrecht oder schief stehe, wenn nur der Schwerpunct nicht über die Grundfläche hinaustritt; dem Gefühle würde ein solcher Körper augenblicklich umzufallen drohen u. s. w.

Freilich werden wir auch auf diesem Wege Schwierigkeiten genug antreffen. Um alle Formen und Details richtig zu verstehen, müfsten wir selbst Griechen sein; und auch dann noch, wenn wir den alten Künstlern richtig nachempfänden, bliebe es mifslich, das Gefühlte klar auszusprechen.

Dazu kommt, dafs wir zu wenige Beispiele aus der guten alten Zeit haben, und also oft im Zweifel bleiben, ob einzelne abweichende Formen die Regel, oder ob sie nur Ausnahmen waren. Solchen Irrthümern werden wir schwerlich entgehen; aber so lange wir uns an das Vorhandene halten und etwaige Rückschritte in das Dunkel der Vergangenheit nur mit gröfster Behutsamkeit thun, können wir uns wenigstens damit trösten, dafs einzelne Fehler nicht unserm ganzen Systeme den Umsturz drohen, und es wird, wenn wir die eine oder die andere Form nicht genügend zu deuten vermögen, darum die Erklärung der übrigen noch nicht verdächtigt werden.

Wir müssen nochmals auf die Bauart der Pelasger zurückgehen. Die Kyklopenmauern sind unwichtig; aus dem spitzbogenförmigen, der Wölbung nahe stehenden Bau der Schatzhäuser konnte sich nimmermehr die griechische Bauart entwickeln: eher aus dem Bau mit hölzernen Säulen und Gebälken, wenn ein solcher anders statt gefunden hat. Eine solche Bauart konnte aber höchstens die Grund-Idee zu der Construction mit Säulen und Gebälken, keinesweges eine Anleitung zur Bildung der Formen geben. Auch diese Voraussetzung wird indefs mehr als zweifelhaft; denn einmal treten die vollständigen Säulengänge erst weit später hervor; zweitens beweisen die bei dem atreïschen Schatzhause aufgefundenen Säulenfragmente, die man mit Recht allgemein für pelasgisch hält, dafs die Pelasger steinerne Säulen kannten. Auch die ebengedachten Säulen, mit ihren wulstförmigen, einigen ägyptischen ähnlichen Basen, mit der zierlichen Gestaltung, mit den reichen, aber steifen und willkürlichen, wahrscheinlich eingeritzten Zickzackverzierungen, von welchen man eine symbolische Bedeutung (die des *Mäanders*) vermuthet, die aber dennoch in Bezug auf die Architektur willkürlich bleiben, sind durchaus nicht als Vorbilder der weit einfachern, schwerern und ernstern, unverzierten, aber nach statischen Gesetzen geformten dorischen Säule zu betrachten. Vielleicht aber sehen wir in dem Felsenthor auf der Insel Delos und der uralten Ruine auf dem Berge Ocha, auf Euböa, Vorbilder, oder gar Anfänge der eigentlich griechischen Architektur? Dies wäre eher möglich. Jenes, als ein Einschnitt in den Felsen gehauene Thor, mit grofsen, zwischen die Felswände eingeklemmten und sparrenartig zusammengestellten Steinblöcken überdeckt (es ist abgebildet in dem Supplement zu *Stuart* und *Revett*), weiset zwar dem Principe nach auf die ersten Anfänge der Wölbkunst hin

und erinnert an ganz ähnliche Constructionen in den Pyramiden Aegyptens: es konnte jedoch der Form nach auch wohl zu der Idee des flachen griechischen Daches führen; es scheint sogar darin, dafs dieses Satteldach nicht, wie in den Pyramidenkammern, innerhalb gröfserer Steinmassen liegt, sondern frei steht, die Bestimmung des Daches ausgesprochen zu sein. Die Ruine auf dem Berge Ocha hat 4 Fufs dicke, zum Theil aus regelmäfsigen Steinen errichtete Mauern, bildet ein Gemach von 30 F. lang und 16 F. breit, mit einer nach oben verengten Thür und zwei kleinen Fenstern, die ebenfalls schräge Seitenpfosten haben, und scheint nicht über 11 Fufs hoch gewesen zu sein. Mögen nun diese beiden Bauwerke der pelasgischen, oder der frühesten Hellenenzeit angehören, so geht doch mit Bestimmtheit daraus hervor, dafs die ursprünglichen Constructionen ganz andrer Art waren, als diejenigen, welche die Monumente aus der Blüthenzeit zeigen, und dafs wir Recht haben, wenn wir uns rücksichtlich der Erklärung der Formen auf die letztern beschränken.

I. Der dorische Styl.

§. 86.

Allgemeines.

Im dorischen Style sprechen sich die oben bemerkten Character-Eigenschaften im richtigsten gegenseitigen Verhältnisse aus. Namentlich spricht ihr Grundprincip sich am deutlichsten und bestimmtesten aus. Dieser Baustyl ist mit einem Worte nicht allein der frühere, sondern der eigentlich griechische. Er vereinigt Ernst und Würde, Eigenschaften, welche vor allen den zahlreichen Tempeln nicht fehlen durften, auf eine bewunderungswürdige Weise mit der feinsten Grazie, während im spätern jonischen Style die letztere auf Kosten der edlern Eigenschaften zu sehr hervorgehoben und in noch späterer Zeit aller Character unter dem Reichthum und der Zierlichkeit erdrückt wurde.

Unter den Einzelnheiten der griechischen Architektur nehmen, wie schon öfter erwähnt, die Säulen und Gebälke vorzugsweise die Aufmerksamkeit in Anspruch; und so wie die Säulenhallen das lebendigste Bild vom griechischen Leben gewähren, so sind darin auch am deutlichsten die statischen Gesetze ausgedrückt. Es umgiebt den dorischen Peristyl ein eigener Zauber; es concentrirt sich darin gleichsam das Wesen der grie-

chischen Baukunst. Die dorische Säule hat, im Vergleich zu allen übrigen Säulen, eine so sehr ansprechende, ausgebildete Gestaltung, daſs man mit vollem Rechte die Griechen die Erfinder der eigentlichen Säule nennen kann; denn frühere Säulen mögen ihren Zweck als Stütze zwar in mechanischer Beziehung erreichen: künstlerisch sprechen sie ihn nicht aus.

Die Hauptbestandtheile des dorischen Peristyls: die Säule, der Architrav, der Fries mit seinen Triglyphen, das Gesims mit den Mutulen oder (uneigentlich sogenannten) Dielenköpfen, werden wir nach ihrer Form und Bedeutung unten näher finden. Hier möge nur vorläufig auf die eigenthümliche Schönheit des dorischen Styls, auf die schon früher erwähnte Stellung der Triglyphen über je einer Säule, mit einem Zwischenraume, und der Mutulen über je einem Triglyph und einer Metope, und auf die gleichmäſsig abnehmende Höhe dieser correspondirenden Theile aufmerksam gemacht werden. Es liegt in dieser Anordnung eine vollendete Harmonie.

Eine zweite Quelle der Harmonie liegt in der, allein den Griechen (und ihren Nachahmern) eigenthümlichen Verfahrungsweise, den Säulendurchmesser zum Maaſsstabe der ganzen Architektur zu machen. Obgleich Solches keineswegs von den Griechen in dem ängstlichen Sinne gilt, wie *Vitruv* es glauben machen möchte, so ist doch nicht zu zweifeln, daſs bei Bestimmung der Dimensionen aller einzelnen Theile dieselbe Einheit, (gleichviel ob der untere Säulen-Durchmesser, oder irgend ein anderer Gegenstand) zum Grunde lag und gewisse Grenzen beobachtet wurden, welche man nicht zu überschreiten wagte, wenn gleich innerhalb derselben dem Künstler volle Freiheit blieb, die besondern Umstände, oder auch sein eigenes Gefühl geltend zu machen. Es mag sonderbar zu sein scheinen, daſs auf diese Weise bei einem gröſsern Gebäude auch alle einzelnen Theile gröſser wurden, und es kann ein solches Verfahren im Allgemeinen nicht ohne Einschränkung gebilligt werden: man muſs jedoch bedenken, daſs bei den griechischen Tempeln, von welchen hier vorzugsweise nur die Rede ist, auch die Gröſse selten oder nie ein eigentliches Bedürfniſs war, sondern keinen andern Grund als den hatte, das Heiligthum auszuzeichnen; und damit stimmte denn die mehrere Gröſse vollkommen überein. Wie weit die Griechen hier selbst über die Gebühr gingen, beweisen die Stufen des Unterbaues, welche ebenfalls jener Einheit gemäſs gemacht und dadurch bei gröſsern Tempeln bis zu 18 Zoll, also sehr unbequem, hoch wurden. Uebrigens hatten die Griechen ein Mittel, die Verschiedenheit

der Gröſse der einzelnen Theile minder abhängig von der Gröſse des Ganzen zu machen; es bestand in der Wahl unter den verschiedenen Tempel-Arten: vom viersäuligen bis zum zehnsäuligen und sogar (wie das Telesterion zu Eleusis) zwölfsäuligen, oder doch (in den bessern Zeiten) bis zum achtsäuligen. Ist nun freilich selbst der gröſste achtsäulige Tempel im Vergleich zu den Bauwerken anderer Völker noch nicht eigentlich colossal zu nennen, so war doch diese Grenze zwischen den kleinsten und gröſsten Säulen einigermaaſsen festgestellt; und wenn gleich die Säulen vom Parthenon, und mehr noch die vom Tempel des Jupiter zu Agrigent, gegen die des kleinen Tempels zu Rhamnus u. s. w. als wahre Riesen erscheinen, so würde doch der Unterschied doppelt so groſs gewesen sein, wenn nicht der eine Tempel in antis, der andere ein achtsäuliger Peripteros gewesen wäre. Andere Gebäude-Arten, deren Gröſse mehr durch das wirkliche Bedürfniſs bestimmt wurde, hatten entweder keine vollständigen Säulenperistyle, oder die Säulenzahl war unbestimmt; wie bei den Theatern, Markt- und sonstigen Hallen u. s. w., so daſs hier bei der gröſsesten Ausdehnung dennoch beliebig kleine Säulen genommen werden konnten.

§. 87.
Die dorische Säule.

Die Säule ist eine *freistehende,* und zwar, dem Grundprincip der griechischen Kunst gemäſs, eine *selbstständige Stütze von Stein.* Aus diesen Bedingungen ging ihre Gestaltung bis in die kleinsten Details hervor.

Die Höhe der dorischen Säule beträgt bei den ältesten uns bekannt gewordenen Denkmälern (zu Pästum, Corinth u. s. w.) wenig über 4 untere Durchmesser; in der Blüthenzeit erreicht sie $5\frac{1}{2}$ bis beinahe 6 Durchmesser; später sogar $6\frac{1}{2}$ und 7 Durchmesser. Während die ältern, niedrigern Säulen allzu schwerfällig scheinen, mag gegentheils das Verhältniſs der Säulen am Parthenon, mit $5\frac{1}{2}$ Durchmessern an den äuſsern und beinahe 6 Durchmessern an dem innern Peristyle, als die äuſserste Grenze des Erlaubten zu betrachten sein: ein kleiner Schritt darüber hinaus, — und es ist um den eigenthümlichen dorischen Character gethan, der sich nur in dem schon weiten Spielraum von 4 bis 6 Durchmessern, obwohl natürlich in sehr verschiedenen Nüançen, erhält. Ueberraschend ist der Vergleich der älteren dorischen Säulen mit den ägyptischen. Die letztern sind alle, und zum

Theil bedeutend, schlanker, als die erstern; und doch: wie schwerfällig, plump und unförmlich sehen sie gegen jene aus! Ein Beweis, wie viel auf die genauere Form und deren statische Bedeutung ankommt.

Der Stamm, welchem bei seiner bedeutenden Breite eine Plinthe oder Base vollkommen überflüssig gewesen sein würde, hat einen Kreis zur Grundfläche: nicht etwa, wie man wohl annimmt, damit man sich beim Durchgehen zwischen die Säulen nicht stoſsen möchte (denn dann dürften ja auch die Anten nicht viereckig sein), sondern weil der Kreis den gröſsten Inhalt im kleinsten Umfange hat, und weil alle Puncte des Umfanges gleich weit vom Mittelpuncte entfernt sind. Durch das Ueberwiegen der Masse gegen die Form, und durch das Zusammenhalten, das Streben nach der Axe, wird der höchste Grad von Tragbarkeit und Stärke ausgedrückt. Der Stamm ist ferner nach oben zu um den vierten bis fünften Theil verjüngt, um den festen Stand und die Selbständigkeit auszudrücken. In neuern Zeiten hat man ermittelt, daſs ziemlich alle dorischen Säulen eine Ausbauchung oder Schwellung (Enthasis) haben; sie ist aber so unbedeutend (denn sie beträgt etwa nur den hunderten Theil des Durchmessers), daſs man wohl sieht, die Absicht sei keine andere gewesen, als den Schein einer Einbauchung, welchen man von der ganz geraden Linie befürchten mochte, zu vermeiden. Vielleicht hütete man sich bei der Bearbeitung bloſs vor dem Zuvielwegnehmen in der Mitte, und fand so bei dieser Gelegenheit zufällig, daſs eine geringe Ausbauchung durchaus nicht schadete. Aus einem ähnlichen Grunde gab man wohl den Ecksäulen einen etwas gröſsern Durchmesser, als den übrigen, stellte auch späterhin (freilich nicht sowohl bei den dorischen als bei den jonischen und corinthischen Säulen) die Axen nicht genau lothrecht, sondern etwas nach innen geneigt. Solche optische Täuschungen, oder vielmehr solche Mittel zur Verhütung einer nachtheiligen optischen Täuschung, sind nur der griechischen Grazie eigen und mögen erst der Zeit der höchsten Ausbildung und vielleicht mehr noch der Ueberbildung angehören. An sich sind dergleichen auf Beobachtung gegründete feine Berechnungen des Effects zwar ächt künstlerisch, aber doch immer gefährlich, insofern man von den Schutzmitteln gegen eine zufällige Täuschung nur zu leicht zur absichtlichen Täuschung übergeht und diese dann auch da anwendet, wo es nicht sein sollte.

Die Entfernung der Säulen hängt von der Triglyphen-Eintheilung des Frieses ab. Hier nur so viel davon, daſs sie gewöhnlich zwischen $1\frac{1}{6}$

und $1\frac{2}{3}$ Durchmesser beträgt: auf den Ecken merklich weniger; in der Mitte, jedoch nur bei den Propyläen, bedeutend mehr.

Die *Canneluren,* flach ausgehöhlte, senkrechte Streifen, durch scharfe *Stege* von einander getrennt, geben dem Säulenstamme im Vergleich zu allen ältern, nicht griechischen Säulen eine so einfache ansprechende und unnachahmlich schöne Verzierung, daſs man versucht sein möchte, glattrunden oder anders gezierten Stämmen den eigentlichen Character der Säule abzusprechen. Der Reiz liegt nicht bloſs in dem angenehmen Wechsel von Licht und Schatten, auf welchen die Griechen überall sehr viel gaben; nicht bloſs in dem Umstande, daſs durch die scheinbare Annäherung der Stege an beiden Seiten die beim Mangel scharfer Beleuchtung wenig bemerkbare runde Form deutlicher marquirt wurde (welcher Umstand auch für sich allein schon hinlänglich sein mochte): es liegt in dieser Gestaltung noch ein eigener Zauber, welcher sich freilich mehr fühlen als beschreiben läſst. Die hervortretenden scharfen, ausgeschweiften Kanten sprechen die Idee einer Gürtung, eines Zusammenstrebens nach der Mitte aus, so wie, umgekehrt, vortretende Rundstäbe ein Entfalten von Innen nach Auſsen andeuten würden. Die Idee entspricht der von der Säule verlangten Kraftfülle vollkommen, deutet sie jedoch, da das Ganze sich sogleich als eine einzige Masse zeigt, auf so zarte Weise an, daſs man sich der Ursache des Eindrucks nicht bewuſst wird. Die einzelnen senkrechten Streifen der Säule gewähren auch noch eine scheinbare Erleichterung und heben die Plumpheit auf, welche sonst, besonders den ältern, niedrigern Säulen eigen zu sein scheinen würde. Grade in dieser Vereinigung entgegengesetzter Eigenschaften, in dieser versteckten Kraftfülle, bei äuſserer Erleichterung der Form, bewährt sich am herrlichsten der Geist ächter Kunst.

Die Canneluren sind immer nur flach ausgehöhlt: an den Säulen aus der Blüthezeit häufig in Form halber Ellipsen; wobei man denn wohl, damit die Kanten nicht zu scharf werden möchten, den Stegen eine geringe Breite in Form schmaler Plättchen gab (z. B. am Tempel der Nemesis zu Rhamnus). Unten laufen die Canneluren bis auf den Fuſsboden; oben endigen sie in mehr oder weniger flache Aushöhlungen, die indessen schon zum Capitäle gehören. Die Zahl der Canneluren ist fast immer 20. Die wenigen Ausnahmen: zu Pästum 24, am Selinus 16, am Tempel der Minerva Sunias, im Innern des Tempels des Zeus zu Aegina 16, und

an einigen Bruchstücken 15, 18, 40, scheinen nichts weiter als verunglückte Versuche von Neuerungen zu sein.

Die Entstehung der Canneluren mag ganz zufällig gewesen sein. Man bearbeitete die runden Säulenstämme, wie noch jetzt, zuerst vieleckig, und fand dann, da die feinere Ausarbeitung bei den Griechen erst nach der Aufstellung geschah, dafs die vieleckigen Säulen eine bessere Wirkung machten als die runden. Dafs man dann später die Seiten des Vielecks aushöhlte, um die Kanten noch schärfer zu markiren, war ebenfalls natürlich. Auf diese Weise mag die Cannelirung schon sehr früh in Gebrauch gekommen sein; und in der That läfst die öftere Bemerkung *Homers,* die Speere wären an die Säulen gelehnt worden, voraussetzen, dafs die Säulen schon zu seiner Zeit cannelirt waren; denn von glatten Stämmen würden die Spitzen zu leicht abgeglitten sein, während sie in den ausgehöhlten Canneluren einen sichern Halt fanden.

Die Capitäle bekamen früher etwas mehr, zur Blüthenzeit etwas weniger als den halben Durchmesser zur Höhe und ladeten vor dem obern Theile des Säulenstammes erst um den vierten, später um den sechsten, oder achten Theil des Durchmessers aus. Sie bestehen aus der Platte, dem Echinus mit den Ringen, und dem Halse.

Dem sichern Auflager des viereckigen Architravs mufste die Säule oben eine *Platte* oder einen niedrigen Würfel darbieten, welcher vorn und hinten vor dem Architrav vorstand. Dafs man die Platte eben so breit als tief, also quadratisch machte: darauf führte von selbst die Kreisfläche des Stammes, wenn auch dadurch nicht zugleich die Spannweite zwischen den Säulen vermindert worden wäre. Die Höhe der Platte ist bei den ältern Monumenten geringer, in der Blüthenzeit etwas gröfser, als der Echinus ohne die Ringe.

Die vor den Säulenstamm bedeutend vortretende Platte mufste unterstützt und zugleich die viereckige Form zu der runden des Stammes hinübergeführt werden. Dies geschah durch den Echinus, in welchem sich Last und Stütze scheiden, und welcher dadurch zu dem bedeutendsten Theile des Capitäls wird. Der Echinus behält die Kreisform des Stammes bei, verbreitet sich aber nach oben bis fast zu der Breite der Platte, so dafs diese mit ihren Ecken in diagonaler Richtung nur noch wenig vor den Echinus vortritt. Das Profil des Echinus bildet eine aufsteigende Wellenlinie. Unten biegt sie sich in Hohlkehlenform unmittelbar aus dem

Säulenstamm heraus, krümmt sich dann in entgegengesetzter Richtung, erst sanft, dicht unter der Platte aber ganz kurz herum. Es characterisirt sich im Echinus die sich nach oben entfaltende Kraft auf eine so deutlich fühlbare Weise als Widerstand gegen die Last, daſs es scheint, als ob die Masse im Kampfe zwischen Last und Stütze sich selbst diese Form gegeben habe, ehe sie zu Stein erstarrte. An den Monumenten aus der Blüthenzeit, namentlich den atheniensischen, wuſste die Hand der Grazie bei Bildung des Profils, ganz wie es sein muſste, die Spuren des Kampfes selbst, völlig zu verwischen, und nur den Sieg der Stütze darzustellen. Man sieht und fühlt sogleich die Leichtigkeit, mit welcher die Last getragen wird. Dies war nöthig, um den architektonischen und zugleich den ernsten dorischen Character streng festzuhalten. An den ältern Ruinen ist die Ausbauchung zu stark; es scheint fast, als ob die sich entgegenstämmende Kraft von der Last überwältigt werde, oder, was fast noch schlimmer ist, nur mit Anstrengung ihr widerstehe. In spätern Zeiten hat man dem Echinus, vom geraden Abschnitt an (z. B. in den Fragmenten zu Delos, am Porticus Philipps von Macedonien u. s. w.) bis zum Viertelkreise (z. B. am Thor der Agora zu Athen und an andern Ruinen aus der Römerzeit), die verschiedenartigsten Profile gegeben: alle sind jedoch nur verfehlte Versuche, welche bloſs beweisen, daſs das Athen der perikleïschen Zeit unübertroffen blieb.

Um den angedeuteten Character des Echinus festzuhalten, muſste derselbe unten, da, wo er sich zu entfalten anfängt, umgürtet werden. Dies geschieht durch die Ringe, deren mehrere (am Parthenon 5, später oft 3, gewöhnlich 4), in der Regel durch kleine Zwischenräume getrennt, über einander liegen, indem sie dem Profile des Echinus genau folgen, so daſs man sieht, wie derselbe unter den Ringen fortläuft. Obgleich diese Ringe sehr klein (z. B. am Theseus-Tempel nur $\frac{1}{5}$ Zoll hoch) sind, so ist doch auf ihre Profilirung die genaueste Sorgfalt verwendet worden. Runde Stäbchen würden sich scheinbar nicht fest angeschlossen haben; deshalb gab man ihnen ein eckiges Profil; an den schönsten Monumenten findet sich ein schräges, auf dem Echinus ziemlich winkelrecht stehendes Plättchen, dessen sanfte Unterscheidung sich an den Echinus anschlieſst. Man darf nur die später an einigen Fragmenten, z. B. an den kleinen dorischen Säulchen im Windthurm zu Athen u. s. w. vorkommenden, rund profilirten, sich berührenden Ringe, oder die, in gleicher Gröſse, lothrecht und dicht auf einander gelegten Ringe am Thor der Agora, welche unter

dem Wulste wie Scheiben aussehen und andere abweichend profilirte Ringe, z. B. am Tempel des Jupiter zu Agrigent, an der Halle zu Thorikus, an dem Fragment in einer Kirche zu Daphne u. s. w. mit den reinen Mustern vergleichen, um die grofse Sorgfalt der Griechen bei solchen unbedeutenden Details keinesweges überflüssig zu finden.

Die einfachste Form des Echinus ist der gerade Abschnitt, mit wenigen, dicht aufeinander liegenden Ringen. Dies möchte wohl die früheste Form gewesen sein. Dafs an den ältesten Denkmälern, welche uns bekannt geworden, eine stärkere Ausbauchung vorkommt und in der Blüthenzeit das Profil sich der geraden Linie wieder mehr nähert, später sogar wieder ganz gerade wird, ist kein entscheidender Einwand dagegen. Es war natürlich, dafs man bei den ersten Versuchen, dem Echinus eine statische Bedeutung zu geben, abweichend vom einfachen geraden Abschnitte, etwas zu weit ging und erst nach längerer Ausbildung die passendste Linie fand.

Das Capitäl mufste, selbst wenn der Stamm ein Monolith war, wie es doch selten vorkommt, einen Stein für sich bilden, theils um ihm die gegen das Zerdrücken schützende natürliche Bruchlage geben zu können, theils aus ästhetischem Grunde, da das Capitäl, gleichsam Last und Kraft vermittelnd, selbstständig sein mufste. Unmittelbar unter den Ringen konnte die Fuge nicht sein, weil hier der Echinus sich noch fortsetzte und der Schlufs der Canneluren war; auch würde dann, wenn man Platte und Echinus nicht unförmlich hoch machen wollte, der Capitälstein zu dünn geworden sein. Man nahm daher den obern Theil des Stammes mit zum Capitäl und sonderte ihn durch einen oder mehrere Einschnitte ab, statt dafs man sonst die Fugen unmerklich machte. Dafs man statt des Einschnittes nicht ein kleines vorspringendes Glied anbrachte, war ganz zweckmäfsig, wenn der Hals keine anderen Verzierungen als die fortgesetzten Canneluren erhalten sollte, die sich doch in ihrer Einfachheit so schön darstellten. Grade durch die blofse Fuge, als welche der Einschnitt sich zeigt, wurde es am deutlichsten ausgesprochen, dafs der Hals zur Verstärkung des Capitäls diene; ein anders verzierter Hals, wie er zu Pästum vorkommt, macht das Capitäl zu hoch und schwer. Selbst die an einigen Monumenten vorkommenden breiten, oder vielmehr höhern Einschnitte sind weniger schön. Noch unpassender sind die drei, dicht übereinander liegenden, scharf markirten Einschnitte an den Tempeln zu Corinth, des Zeus-Panhellenios zu Aegina und des Apollo zu Bassä; und da grade die ersten

beiden Ruinen zu den ältesten gehören, so zeigt sich hier wieder ein Fortschritt, welcher der Blüthenzeit vorbehalten war; wenn anders jene Beispiele nicht als einzelne Versuche zu betrachten sind.

§. 88.
Das dorische Gebälk.

Das lastende Gebälk mufste nach andern Gesetzen geformt werden, als die Stütze; denn wenn gleich die untern Theile von den obern ebenfalls belastet wurden, so war doch der Druck hier nicht blofs geringer, sondern auch von anderer Art, da ein ununterbrochener Balken unten durchlief. Die Höhe des Gebälks, wenn überall der Rinnleisten oder die Sima nicht mit gemessen wird, beträgt zwischen $1\frac{5}{8}$ und $2\frac{1}{8}$ untere Säulendurchmesser; und zwar gehören im Allgemeinen die höhern Gebälke den ältern, die niedrigern den jüngern Denkmalen an, und die Differenz ist um so bedeutender, da jene niedrigere Säulen haben. Vergleicht man die Höhe der Gebälke nicht mit dem Durchmesser, sondern mit der Höhe der Säulen, so wechselt sie von zwei Fünftheilen bis zu einem Viertheile der Säulenhöhe. Am Tempel zu Segesta und dem gröfsern zu Pästum ist das Gebälk ziemlich halb so hoch als die Säulen; doch ist von diesen entlegenen Bauwerken der Colonieen, hier, wie überall, wenig Notiz zu nehmen.

Das Gebälk hat

0,396 der Säulenhöhe an dem sehr alten Tempel des Zeus-panhellenios zu Aegina;
0,353 am gröfsern Tempel der Nemesis zu Rhamnus;
0,351 am kleinern Tempel daselbst;
0,351 am Tempel des Theseus zu Athen;
0,338 am Tempel der Diana-propyläa zu Eleusis;
0,333 an den Propyläen zu Eleusis, wenn anders die Säulenhöhe dasselbe Verhältnifs zum Durchmesser hatte, wie an den Propyläen zu Athen;
0,330 am Tempel des Apollo-Epikurios zu Bassä;
0,328 am Parthenon zu Athen;
0,326 am Tempel der Minerva-Sunias;
0,304 am Tempel des Apollo zu Delos;
0,246 am Monument Philipps von Makedonien;
0,240 am Tempel des Zeus-Nemäos;
0,231 am Thor der Agora zu Athen.

Der *Architrav,* welcher, als der unterste Theil des Gebälks, tragend lastete, mufste Gewicht und Tüchtigkeit zugleich zu erkennen geben; er ist daher, mit Ausnahme der nicht zur Architektur gehörigen, angehangen gewesenen Waffenschilde und der etwanigen Inschriften, glatt und viereckig; letzteres auch, um sicher aufzuliegen. Seine Höhe mufste der Tragbarkeit des Steines entsprechen. Sie beträgt zwischen sieben Achtel und fünf Achtel; an den bessern Monumenten etwa drei Viertel des Durchmessers. Seine Breite ist anfänglich dem untern Säulendurchmesser ganz, oder doch beinahe gleich; nach der Blüthenzeit vermindert sie sich bis beinahe, und später ganz, bis zum obern Durchmesser. Man könnte meinen, letzteres wäre für die Festigkeit überall zweckmäfsiger gewesen; allein der dorische Character würde dadurch beeinträchtigt worden sein. Das vollkommene, unzerstörbare Gleichgewicht machte ein gehöriges Gewicht des Ganzen nothwendig; es mufste gezeigt werden, dafs selbst starke äufsere Kräfte das Gleichgewicht nicht aufheben würden. Dafs zwischen Last und Stütze ein gewisses Verhältnifs sein müsse, und dafs die Säulen, auch wenn sie selbstständig sind, doch desto fester stehn, je mehr sie bis zu einem gewissen Puncte belastet werden: das wufsten die Griechen recht gut und fühlten die Nothwendigkeit des ästhetischen Scheins dieses Umstandes. In der Form der dorischen Säule spricht sich, wie wir sahen, eine grofse Kraftfülle aus, welche, nach oben zu durch die Verjüngung zusammengedrängt, sich im Capitäle auf das vollkommenste entfaltet; darum mufste aber auch das Gebälk überall eine angemessene Gewichtigkeit zeigen. In der Wirklichkeit wurde freilich durch die geringe mehrere Breite des Architravs nicht eben viel an Gewicht gewonnen: für den Schein aber gewährt das Heraustreten der äufsern Fläche des Architravs bis lothrecht über den Fufs der Säule, welches auf den Ecken auffallend sichtbar wird, den Character einer gewichtigen Schwere. Oben wird der Architrav von einem einfachen Plättchen begrenzt, dessen Höhe etwa den zwölften oder zehnten Theil der Architravhöhe beträgt. Das Plättchen dient zur Trennung des Architravs vom Friese; zugleich aber, denn sonst würde, wie beim Säulenhalse, ein blofser Einschnitt genügt haben, dazu, dem Friese einen festen Stand zu sichern. Wie sorgfältig die Griechen bedacht waren, den Architrav scheinbar schwer und kräftig zu bilden, beweiset auch dieses Plättchen. Es springt stark vor, und ist nicht, wie sonst, unterschnitten. Auf der innern Seite ist es oft höher, aber nur wenig

vorspringend, gröfstentheils aber kleiner und mit einem Leistchen verziert; mitunter dient auch hier eine blofse Fuge zur Trennung: alles das, um das Innere leichter zu gestalten. Nicht selten ist der Architrav aus zwei Steinen der Breite nach zusammengesetzt, und dann wohl innen weniger hoch als aufsen; wie am Telesterion und dem Tempel der Dianapropyläa zu Eleusis.

Am schwierigsten möchte die Bedeutung des *Frieses* mit seinen *Triglyphen* und *Metopen* zu erklären sein. Früher ist man bei der Erklärung allgemein auf den Holzbau zurückgegangen und hat in den Triglyphen die Balkenköpfe sehen wollen. Dies war aber nicht nöthig, da die Decken der Vorhallen, auf die es hier grade vorzugsweise ankam, von Stein waren und man also nur diese zu berücksichtigen brauchte. Da indessen die innern Decken, wo sie sich erhalten haben, gewöhnlich mit dem Gesimse gleich hoch, oder doch wenig niedriger liegen, so müfste erst angenommen werden, dafs solches in frühern Zeiten anders gewesen sei; welche Voraussetzung indessen durch nichts unterstützt wird. Wenn wir aber auf die oben nachgewiesene Nothwendigkeit zurückgehen, dem Gebälk eine zureichende Schwere, mithin Höhe zu geben (denn schwankend sehen wirklich diejenigen Ruinen aus, von denen sich nur Säulen und Architrav erhalten haben, in ihrem gegenwärtigen Zustande; jeder starke Wind drohet scheinbar sie umzustürzen, obgleich sie Jahrhunderte schon so gestanden haben), so wird schon dadurch das Dasein des Frieses und durch die früher erwähnte harmonische Beziehung der Säulen, Triglyphen und Mutulen zu einander, die Eintheilung des Frieses in Triglyphen und Metopen gerechtfertigt. Es ist jedoch diese Anordnung zu eigenthümlich, um nicht einen nähern Entstehungsgrund vorauszusetzen. Hier hilft uns Euripides auf die Spur, indem er in der Iphigenia auf Tauris (V. 113) den Pylades dem Orest anrathen läfst, „zwischen die Triglyphen hindurch, wo leerer Raum (ὅποι) sei, in den Tempel zu schlüpfen." Es müssen also die Metopen der ältern Tempel offen und zu Euripides Zeit noch solche alte Gebäude vorhanden, oder doch bekannt gewesen sein. Noch an den meisten vorhandenen Monumenten sind die Friese aus einer doppelten Quaderschicht zusammengesetzt: die innere geht ganz durch; in der äufsern sind nur die Triglyphenklötze massiv, die Metopen aber blofs vorn durch dünne Platten geschlossen, hinter welchen sich ein leerer Raum bis zu der innern Quaderschicht befindet.

Wozu waren aber nun jene offenen Räume vorhanden? Die zunächst zur Hand liegende Erklärung, daſs sie als Lichtöffnungen dienten, ist sehr befriedigend, wird aber wieder dadurch verdächtigt, daſs man von jener zweckmäſsigen Einrichtung späterhin abging. Bei dem Peripteros ferner waren die Oeffnungen unnütz, bei dem Hypäthros entbehrlich, und auch bei den Tempeln in antis und den Prostylos, welche wir kennen, sind die Metopen ausgefüllt; es scheint also, als ob jener Lichtzufluſs mehr eine zufällige als absichtliche Eigenschaft des alten Frieses gewesen sei. Wir haben gesehen, daſs der Fries nicht fehlen durfte, ohne das Gebälk zu leicht zu machen; eine ursprüngliche Construction des Frieses aus einzelnen Stützklötzen lag daher ganz nahe, da sie in der schönsten Uebereinstimmung mit den Säulen stand; mithin war sie im dorischen Style ohne alle weitere Erklärung vollkommen begründet.

So erklären sich denn die Triglyphen, welche früher natürlich ganz durchgehen muſsten, als feste Klötze, auf denen die Balken ruheten; und in der That liegen die steinernen Balken, wo sich die Decken erhalten haben, z. B. an den Propyläen zu Eleusis, an dem groſsen Tempel zu Rhamnus, am Theseus-Tempel, ungefähr so weit auseinander als die Triglyphen; in den ersten beiden Tempeln treffen sie sogar theilweis genau auf dieselben. — Weshalb man die Zwischenräume auszufüllen anfing? Dazu mag die Absicht, hier Bildwerke anzubringen, die nächste Veranlassung gegeben haben; vielleicht auch überzeugte man sich, daſs in der Wirklichkeit eine fortlaufende Quaderreihe dem Gebälk eine bessere Unterstützung gewährte und zugleich die Decken-Construction erleichterte. Allerdings wäre es nun wohl gerathener gewesen, den Fries ganz zu füllen, und es fragt sich, ob in diesem Falle nicht auch die Anordnung der Triglyphen und Metopen, als bedeutungslos, wegfallen muſste. Es drängt sich sogar die Frage auf, ob die Griechen nicht etwa die alte Construction aus Liebe zu der Form auf der äuſsern Seite des Frieses ohne Noth beibehalten haben. Ohne dies Verfahren billigen zu wollen, wäre es dennoch ein Beweis, wie streng sie darauf hielten, daſs Form und Construction übereinstimme uud die erstere nie ein leerer Schein werde; denn sonst hätte man, wie es freilich bei mehreren Monumenten der Fall ist, allgemein den Fries massiv machen und dennoch mit Triglyphen und Metopen verzieren können. Daſs ein glatter Fries den Character des dorischen Styls aufhebt, und daſs daher die Griechen sich schwer mochten entschlieſsen können,

den Triglyphen-Fries aufzugeben, ist nicht zu leugnen; daraus aber folgt auch, daſs, wenn nicht die Entstehung, so doch die Beibehaltung desselben noch eine anderweite Begründung haben muſste. Daſs man die Lage der Balken auſsen nach wie vor andeuten wollte, wäre allenfalls eine Entschuldigung gewesen: mehr Rechtfertigung gewährte aber die bereits oben gedachte harmonische Beziehung zwischen den Säulen, Triglyphen und Mutulen. Aber auſserdem läſst sich noch eine bestimmtere statische Bedeutung des Triglyphenfrieses nachweisen.

Ein langer, zumal überhangender Körper, wie das Gesims, scheint nemlich fester zu liegen, wenn er, statt in allen, nur in einzelnen, hinlänglich nahen Puncten unterstützt wird. Auch in der Wirklichkeit ist dies der Fall, weshalb man z. B., auf ähnliche Weise, die Schwellen der Windmühlen nicht in der Mitte, sondern bloſs an den vier Enden unterstützt. Es wird dabei freilich vorausgesetzt, daſs der Körper aus einer einzelnen, ungetrennten Masse bestehe: das aber ist auch bei den so sehr genau schlieſsenden und unmerklichen Fugen der griechischen Bauwerke, wenn auch nicht wirklich, so doch scheinbar der Fall, und soll auch so sein, insofern die Aufgabe die ist, die einzelnen Steine zu einem Ganzen zusammenzufügen. Sodann war es nicht gleichgültig, auf welche Stellen des Architravs die bedeutende Last der Decke, des Daches und des Gesimses vertheilt wurde, und man konnte die Gröſse der Last, welche man von auſsen nicht sah, und die daher um so mehr versinnlicht werden muſste, nicht schöner und deutlicher darstellen, als wenn man die Sorgfalt zeigte, mit welcher man sie unterstützte.

Daſs man eine zweckmäſsige Vertheilung der Last, oder vielmehr die Versinnlichung einer solchen vor Augen hatte: darüber läſst die Stellung der Triglyphen keinen Zweifel. Es steht immer ein Triglyph über jeder Säule, und dann, weil das dünnere Gesims jedenfalls öfter unterstützt werden muſste, als der höhere Architrav, einer in der Mitte dazwischen. Zwei Triglyphen oder drei Metopen zwischen zwei Säulen kommen nur bei den mittlern Eingängen der Propyläen und ringsherum nur bei spätern Bauwerken, am frühesten bei dem Porticus des Philipp von Makedonien, also erst zur Zeit des Verfalles der Kunst vor. Rücksichtlich der Vertheilung der Last auf die günstigsten Puncte scheint die ditriglyphische Eintheilung noch zweckmäſsiger; indessen kommen dabei die Säulen zu weit auseinander zu stehen, und für das Gefühl scheint wirklich die Mitte des

Architravsteins ganz angemessen zur Aufstellung einer Zwischenstütze, da jener Stein hiezu eine hinlänglich bedeutende Höhe und Tragkraft hat.

Bei der allgemein üblich gewesenen Fortführung des Triglyphen-Frieses über die vollen Mauern der Tempel in antis und Prostylos fällt freilich die letztere Bedeutung weg; indessen verlangte das Grundprincip des Gleichgewichts das Fortlaufen aller wagerechten Linien, und es waren die andern Bedeutungen Grund genug zur Beibehaltung des vollständigen Frieses, zumal da nun auch der Architrav dadurch motivirt wurde, insofern derselbe wieder die Last der einzelnen Stützen gleichmäfsig auf die Mauern vertheilte. Hätte man die Mauern, wie es vielleicht anfänglich geschehen sein mochte, wenn damals nicht die Metopen offen gewesen wären, bis zum Gesimse glatt gemacht, so würden dieselben weniger belastet geschienen haben, als die Säulen; was widersinnig gewesen wäre.

Auf den Ecken steht allemal ein Triglyph; denn die Ecken des Gesimses mufsten vorzugsweise unterstützt werden. Die Ecktriglyphen beider Fronten stofsen im Winkel zusammen, so dafs der Eckschlitz beiden gemein ist. Dadurch werden die Ecksäulenweiten geringer als die übrigen. Dies macht indessen gar keine üble Wirkung; denn die Ecken bedurften vorzugsweise der Unterstützung, und die Griechen fühlten zu richtig, als dafs sie, wie später die Römer, der Symmetrie wegen, die Bedeutung der Triglyphen dadurch hätten aufheben sollen, dafs sie die äufsersten Triglyphen ebenfalls über die Säulen-Achsen setzten und den Fries mit einer Halbmetope schlossen. Sie gaben im Gegentheil lieber den Ecksäulen, wie wir gesehen haben, noch etwas mehr Stärke, als den übrigen.

Der Fries hat bei den ältern und bessern Monumenten dieselbe Höhe, wie der Architrav, oder doch nur eine unmerklich andere. Z. B. am Tempel des Theseus ist er nur um $\frac{1}{92}$ niedriger; die spätern Monumente weichen mehr ab. Am Tempel des Apollo zu Delos ist der Fries um $\frac{1}{7}$ niedriger, dagegen am Thor der Agora um $\frac{1}{16}$; am Tempel des Zeus Nemäos ist er um $\frac{1}{8}$, am Porticus des Philippos sogar um $\frac{1}{5}$ höher. Die Triglyphen sind gewöhnlich beinahe einen halben Durchmesser breit; die Metopen sind etwas breiter als hoch. Die Vorderflächen der Triglyphen stehen an den bessern Monumenten lothrecht über der reinen Architravfläche, oder, wie am Parthenon, um ein Unmerkliches vor; die Metopen springen etwas zurück. An den spätern Monumenten treten indessen, weniger angemessen, die Triglyphen beinahe bis zur Vorderkante des Archi-

travbandes vor; so, daſs sich die Metopen mit dem Architrav selbst abschneiden.

Die *Einschnitte* oder *Schlitze* in den Triglyphen stellen sich zunächst als Rinnen dar, welche an diesen vortretenden Steinen zur Beförderung des Wasser-Abflusses wenigstens nicht ungereimt sind; zugleich aber haben sie einen ästhetisch wichtigen Zweck. Glatt nemlich durften die kurzen und breiten Friesklötze nicht bleiben, wenn sie nicht gegen die stärker belasteten und dennoch weit schlankern Säulen unförmlich sein sollten. Man mochte bei den auf anderem Wege gefundenen Säulen-Canneluren wahrgenommen haben, daſs diese schmalen, aufsteigenden Rinnen den Säulen ein gefälligeres Ansehen geben, ohne ihre Tragkraft scheinbar zu vermindern. Diese Erfahrung wendete man nun, und zwar mit groſser Besonnenheit, auf die Verzierung der Triglyphen an. Man sonderte die Einschnitte durch Zwischenräume, um die reine Oberfläche sichtbar zu machen. Aus demselben Grunde, aus welchem man die Canneluren an den runden Säulen rund aushöhlte, gab man den Einschnitten, deren man zwei ganze und zwei halbe auf den Ecken machte, ein dreieckiges Profil; wodurch die Einschnitte an den Ecken zu einer bloſsen Abkantung wurden; oben wurden diese kleinen Nischen gleichwohl, um ja das Tragvermögen nicht zu schwächen, mehrentheils rundlich geschlossen. Der in späterer Zeit, unter Anderm, zum Theil sehr Abentheuerlichem, am öftesten vorkommende gerade Schluſs mag uns abermals beweisen, wie sehr es in der griechischen Architektur auf die geringsten Details ankam, und wie sehr alles in der bessern Zeit durchgebildet war. Der ganze Fries verfehlt durch diese einzige, winzige Abänderung seinen Character.

Sehr bedeutsam sind die kleinen Tropfenleisten, welche man unter den Triglyphen und unter den Architravbändchen anbrachte. Man deutete dadurch eine besondere Unterstützung dieser stark belasteten Klötze an; die Tropfen aber stehen in Uebereinstimmung mit den Schlitzen, als Wasserrinnen. Oben befindet sich ein etwas breites Band, welches, gewöhnlich über den Triglyphen nach unten vorspringend, breiter als über den Metopen ist. Dieses Bändchen ladet im Vergleich zu dem Architravbändchen sehr wenig aus, und ist dagegen höher, um nicht von dem überhangenden Gesimse hinweg gedrückt zu werden.

Die innere Seite des Frieses am äuſsern Peristyle, und eben so die äuſsere Seite des Frieses an der gegenüberstehenden Cella-Mauer, ist aus

glatten Quadern zusammen gefügt. (Von den Reliefs wird später die Rede sein.) Denn das Innere mufste sich leichter gestalten, als das Aeufsere. Zudem wurde der Fries hier nur in starker Verkürzung gesehen, und der Wechsel von Licht und Schatten, welcher am äufsern Friese eine so angenehme, kräftige Wirkung, die man auch wohl nicht übersehen haben mochte, hervorbrachte, fiel hier ebenfalls weg. Zudem würde, nachdem die Metopen nicht mehr offen waren und man angefangen hatte, die Balken zu versetzen, der letztere Umstand auffallend und zum Uebelstande geworden sein. Als Erinnerung an die Triglyphen-Eintheilung mochte man die Tropfenleisten am Architrav beibehalten haben; wie es bei mehreren der bessern Monumente der Fall, jedoch nicht zu billigen ist und auch auf den ersten Blick unangenehm auffällt.

Der innere Fries ist gewöhnlich um etwas, mitunter bedeutend, niedriger als der äufsere, und hat nicht selten ein zierlich, mehrfach gegliedertes Gesimschen, auf welchem die Deckenbalken ihr Auflager finden.

Das Gesims ist der zur Ableitung des Regens vortretende Rand des Daches. Es ist eine Platte von mäfsiger Dicke, deren untere Fläche mit dem Dache parallel läuft, und die daher an den Längenfronten, nicht aber an den schräg liegenden Giebelgesimsen, vorn überhängt. (Auf geringe Abweichungen vom Parallelismus kommt es nicht an, da dieselben nicht bemerkbar sind.) Oben ist die Platte mit einer kleinen, wellenförmig und gewöhnlich stark unterschnittenen Gliederung gekrönt, welche den Dachziegeln zum Auflager dient. Selten, und wohl nicht ganz in Uebereinstimmung mit der beabsichtigten Darstellung gewichtiger Schwere, ist die Platte unten mit einem Wellengliede unterstützt; gewöhnlicher läuft die Ansicht der Platte von unten, mit den Mutulen, gegen ein lothrecht stehendes breites und vor das Friesbändchen etwas vortretendes Band. Am Parthenon ladet dasselbe nicht aus und ist vom Friesbändchen durch einen Perlenstab getrennt. Wir beschränken uns vorläufig auf die Gesimse der Längenfronten.

Das Gesims sollte einestheils die gewichtige Last der Decke und des Daches, anderntheils die sichere Ableitung des Reges zu erkennen geben. Beides zugleich konnte nicht deutlicher geschehen, als durch die herunter hängenden Mutulen oder Dielenköpfe und durch die Tropfen. Zudem stehen erstere, wie schon öfter erinnert, in genauer Beziehung zu den Triglyphen, gegen welche sie dieselbe Stellung einnehmen, wie diese gegen die Säulen.

Vielleicht sind auch die Mutulen erst nach und nach aus den Tropfen entstanden, welche letztere (unter jeder Mutule 3 Reihen von 6 Stück) den Zweck der Wasser-Ableitung auf eine unverkennbare Weise versinnlichen. Es würde unleidlich einförmig ausgesehen haben, wenn die ganze Soffite des Gesimses gleichförmig mit Tropfen besetzt gewesen wäre. Deshalb machte man (worauf die Leisten am Architrav führen konnten) zunächst vortretende Tropfenfelder, welche zugleich dem Gesimse den beabsichtigten Ausdruck großer Schwere gaben.

An den schrägen Giebelgesimsen fehlen die Mutulen und Tropfen. Es war hier kein Wasser-Abfluſs nach vorn, und auſserdem nur die leichtere Last der Dachfläche auszudrücken. Dagegen schien es zweckmäſsig zu sein, der Dachfläche hier einen vorstehenden, umgebogenen Rand zu geben, um alles Wasser zum Abfluſs nach der Traufe hin zusammenzuhalten und die Giebelseite und den in derselben befindlichen Eingang zu schützen. Diesen Zweck gewährt die Sima oder der Rinnleisten, welcher oben auf der Platte liegt, und dessen Profil (früher ein steiler Wulst, später eine Welle) deutlich seine Bestimmung ausspricht. Statt des hier natürlich fehlenden Ueberhängens der Platte unterschnitt man das Gesims mit einer tiefen Wasserrinne (Hohlkehle), an deren herabhängender Nase die etwa adhärirenden Wassertheile abglitten. Die Giebelgesimse haben stets ein wellenförmiges Untergesims, welches ebenfalls dazu beiträgt, das Gesims leichter zu gestalten, und welches in den Fällen, wo das Giebelfeld gegen den Fries zurück-, das Gesims also weiter als unten vorspringt, zur Verminderung der Ausladung nothwendig war. An mehreren Monumenten, jedoch erst gegen das Ende der Blüthenzeit, geht die Sima auch über die Längenfronten fort. In der perspectivischen Ansicht und der Detailzeichnung von dem ältern Theseustempel, bei *Stuart,* ist die Sima zwar als fortlaufend gezeichnet: in der Seitenansicht und in dem Profile aber fehlt sie an den langen Seiten; welches durch die Anmerkungen zum Texte (s. deutsche Ausgabe, Bd. II. S. 338) bestätigt wird. Sie stellt sich so über den Fronten dem freien Abflusse des Wassers entgegen, welches nun aus der quer vor dem Dache liegenden Rinne durch einzelne Ausgüsse in Form von Löwenköpfen abgeleitet wurde. Es scheint diese nicht gute Anordnung den jonischen Gebäuden nachgebildet; sie hebt einen Theil der Bedeutung des Gesimses auf und ist sowohl in ästhetischer als in constructioneller Hinsicht nachtheilig. An den reinern Mustern kröpft sich die

Sima nur auf eine kurze Strecke um die Ecke; wo ein einziger Ausgufs angebracht ist.

Die nach beiden Seiten hin abfallende Lage der Giebelgesimse giebt ihnen das Bestreben, hinabzugleiten. In der Wirklichkeit war freilich die blofse Reibung zum Festhalten der Steine hinlänglich; dies konnte jedoch nicht von dem Gefühle aufgefafst werden; wenn nun aber jenes Streben nicht auch scheinbar vollkommen aufgehoben wurde, so war es um das Gleichgewicht, mithin um den griechischen Character gethan. Die altdeutsche Baukunst bedient sich in einem ähnlichen Falle der Strebepfeiler, welche sich den sehr steil liegenden Giebelgesimsen entgegen stellen und so das Niederstreben derselben, streng im Geiste unserer vaterländischen Kunst, in das beabsichtigte Emporstreben verwandeln. Eines so gewaltsamen Mittels, welches überdies die flache Lage unnöthig machte, konnten die Griechen sich nicht bedienen; kein Kampf durfte sichtbar und das Niederstreben mufste nicht besiegt, sondern ganz weggeschafft werden. Dieses nun leisten vollkommen die *wagrechten* Giebelgesimse, indem sie die Ecken der schrägen Giebelgesimse unterstützen und zu einem unverschiebbaren Dreiecke verbinden, auch gleichzeitig die Traufgesimse und mithin das vollständige Gebälk um das ganze Gebäude, wie es das Gleichgewicht erfordert, fortsetzen, so wie auch dadurch die Decke des Innern repräsentiren.

Dafs schon sehr lange vor der Blüthenzeit die Anordnung der Gebälke im Wesentlichen festgestellt war, lehrt uns ein in der Mauer der Akropolis eingemauertes, im Ergänzungsbande zu *Stuart* vorgestelltes Fragment. Es giebt dieselben Bestandtheile, wie die spätern Gebälke zu erkennen, hat jedoch noch einen ziemlich schwerfälligen Character, der sich in der beträchtlichen Höhe der kleineren Glieder ausspricht. Da die Mauer der Akropolis nach den Perserkriegen eilig und mit Zuhülfnahme der Bruchstücke der alten zerstörten Gebäude aufgeführt wurde, so ist das hohe Alter dieses Fragments kaum zu bezweifeln.

(Fortsetzung folgt.)

16.

Bemerkungen über das im Preuſsischen Staat angenommene Navigations-System und über die damit in Verbindung stehende Urbarmachung der Brücher.

(Von dem Königl. Geheimen Regierungs- und Baurath Herrn *Wutzke* zu Neustadt-Eberswalde.)

(Fortsetzung der Abhandlung No. 12. im vorigen Hefte dieses Bandes.)

Dritter Abschnitt.

Es war nicht die Absicht *Friedrichs des Groſsen,* in seinem Bestreben, den nützlichen Zweck zu erzielen, hierbei stehen zu bleiben; sondern sein Augenmerk war darauf gerichtet, eine Wasserstraſse vom Elbstrome und von Berlin her nach dem Weichselstrome und nach Preuſsen hin durch Verbindung der Wasserläufe herstellen zu lassen. Auch der Netzfluſs schien dazu nützlich.

Der etc. *v. Brenkenhof* erhielt den Auftrag, die Localverhältnisse zu untersuchen und über das Befinden so schleunig als möglich zu berichten. Um, in Folge der früher gemachten Erfahrungen, nicht einseitig zu handeln, bildete der Herr *v. Brenkenhof* im Jahre 1772 zu Bromberg eine Untersuchungs-Commission, zu welcher der Landbaumeister *Jawein* aus Rügenwalde in Pommern als technisches Mitglied zugezogen wurde. Dieser bereisete die Umgegend und fand, daſs es möglich sei, den Netzfluſs bei der Stadt Nackel mit dem Braheflusse, der schon seit vielen Jahren von Bromberg ab mit kleinen Stromfahrzeugen beschifft wurde und der sich eine Meile unterhalb Bromberg in den Weichselstrom ergieſst, durch einen Canal zu verbinden und so einen schiffbaren Wasserweg von dem Oder- nach dem Weichselstrome herzustellen.

Mit seiner gewöhnlichen Regsamkeit faſste Herr *v. Brenkenhof* die Idee des Herrn *Jawein* auf, erwog die aus dieser Stromverbindung für den

Staat erwachsenden Vortheile und trug sie in seinem Bericht dem Könige gründlich vor.

Der Vortrag machte auf den König einen so günstigen Eindruck, dafs er darauf durch die hier wörtlich folgende Cabinetsordre sogleich Folgendes antwortete:

„Vester etc. Ich habe Euch vor die Mir mit Eurem Bericht vom „27ten d. M. gegebenen Nachrichten von Pommerellen und den Strich „Landes, diesseits der Netze, und wovon Ich ungemein zufrieden gewesen „bin, hierdurch danken, und Euch darauf in Antwort zu Eurer Direction „im Vertrauen nur so viel melden wollen, wie ich schon dieses Jahr mit „Anlegung des Euch bewufsten Canals den Anfang machen zu lassen in„tentionirt bin, Ihr also Euren *vorläufigen* Ueberschlag davon wohl machen „und auf wie hoch sich solcher wohl ohngefähr belaufen dürfte, Mir an„zeigen könnt."

„Ich bin Euer gnädiger König

„Potsdam den 29ten März 1772." *Friedrich.*"

Diesem Befehle des Königs gemäfs, ward mit den Vorarbeiten zur Ausführung des Canals so schnell vorgeschritten, dafs Herr *v. Brenkenhof* schon Anfangs Mai 1772 den ungefähren Ueberschlag der Kosten, welcher 231,180 Thlr. 16 Gr. ergab, dem Könige in Potsdam persönlich vorlegen konnte. Der Ueberschlag wurde auch vorläufig genehmigt.

Zur gründlichen Ausarbeitung des speciellen Bauplans wählte *Brenkenhof* folgende Baubeamte:

1. Den vorgedachten Landbaumeister *Jawein,*
2. Den Neumärkschen Baudirector *Hahn* und
3. Den Bauinspector *Dornstein.*

Er hatte im Warthebruch gesehen, welche Fehler aus Mangel an unterrichteten Baubeamten entstehen können.

Es ward zunächst die Linie von der Netze nach der Brahe, wo der Canal angegeben werden sollte, nivellirt. Man fand, dafs der Wasserspiegel des Braheflusses, in der Entfernung von 2019 Ruthen, 75 Fufs 9½ Zoll niedriger als der aus Moorgrund bestehende Boden lag, in welchem der Canal gezogen werden sollte. Nach dem Netzflusse bei Nackel senkte sich der Boden auf 940 Ruthen lang um 10½ Fufs, so dafs der Canal über eine Anhöhe zu ziehen war, die sich nach Bromberg hin um 75 Fufs 4½ Zoll und nach Nackel hin um 10½ Fufs neigte.

Die drei Baubeamten vereinigten sich darin, dafs auf dem 6924 Ruthen langen Canale 9 Schiffsschleusen und an der Mündung des Canals, am Netzflufs bei Nackel, noch eine Stauschleuse zu bauen sei. Das Wasser zur Speisung des Canals wollte man vom Netzflusse oberhalb der Thurmühle nach dem Canal leiten.

Man sieht den Canal und die Umgegend auf der hier beigefügten Carte (Taf. VIII.), welche mein Freund, der jetzige Stadt-Baurath *Peterson* in Bromberg, mit dem ich mehrere Jahre am Bromberger Canal verlebt habe, entworfen hat und für welche ich ihm hierdurch meinen Dank abstatte.

Die obigen Ausmittelungen wurden als Grundzüge zur Ausführung des Canals angenommen, und es wurde nach denselben der Bau im Jahre 1772 mit solcher Kraft betrieben, dafs der 6924 Ruthen lange und 5 Ruthen breite Canal, mit seinen 10 hölzernen Schleusen, *in einem einzigen Jahre* so weit vollendet war, dafs schon im nächsten Sommer, im Jahre 1773, in Gegenwart *Friedrich des Grofsen,* beladene Stromfahrzeuge vom Oderstrome, den Warthe- und Netzeflufs hinauf, durch den Bromberger Canal, und den Braheflufs hinunter nach dem Weichselstrom und so weiter schiffen konnten.

Diese schnelle Ausführung war kühn; aber es entsprach ihr nicht die Dauerhaftigkeit des Werks. Der König wollte indessen hier, wie in manchen ähnlichen Fällen, nur erst den Weg bahnen, und überliefs es seinen Nachfolgern, das Werk nach allen Regeln zu vollenden. Es sind auf solche Art schon manche grofse Werke entstanden. Friedrich der Grofse beschäftigte sich oft selbst mit den Entwürfen grofser Bauwerke und untersuchte selbst die Urbarmachung von Ländereien und die Ziehung der Canäle, die sein Andenken verewigen. Auch nahm er die Männer, welchen er grofse Baue übertrug, in kräftigen Schutz, damit durch fremdartige Einmischungen der gute Fortgang nicht gestört werden möchte.

Der Bromberger Canal, mit seinen 10 Schleusen und dem Speise-Canal, hat 739,956 Thlr. gekostet; ungerechnet das Bauholz, welches die Staatsforsten hergaben. Der König liefs nach und nach unbedenklich das Geld zahlen; den grofsen Zweck beständig im Auge.

Um den Netzflusse zum schiffbaren Wasserwege mehr Wasser zuzuführen, wurden die Brücher am Gopplowsee entsumpft, und der Wasserspiegel des See's wurde gesenkt, um auch zugleich die Gegend zu culti-

viren. Auch wurden zur Abtrocknung des Netzbruches und zur Verkürzung des Wasserweges mehrere Krümmen der Netze durchstochen und gerade gezogen. Allein auch hier ergab sich wieder, wie vorsichtig man sein mufs, Flufskrümmen zu durchstechen und den Wasserlauf, den die Natur geordnet hat, in seinem Beharrungsstande zu stören. Das Wasser flofs jetzt so schnell ab, dafs man die zehnte Schleuse bei Nackel späterhin von einer Stau-Schleuse in eine Kammerschleuse umschaffen, bei Gromaden, 2 Meilen unterhalb Nackel, eine Schiffschleuse bauen und mehrere Durchstiche, um das Wasser in seinem zu schnellen Lauf aufzuhalten, wieder coupiren mufste. Möge auch diese Erfahrung eine Mahnung für Hydrotechniker sein, die wahrscheinliche Wirkung von Durchstichen vorher sorgfältig zu prüfen.

Ueber den Bau von Schleusen und die dazu zu verwendenden Materialien bemerke ich bei dieser Gelegenheit Folgendes. Durch vieljährige Beobachtung solcher Bauwerke habe ich nemlich gefunden, dafs das Kiehnenholz (das dauerhafteste unter den Nadelhölzern), wenn es dem Wechsel der Nässe und der Trockenheit stets ausgesetzt ist, in 13 bis 15 Jahren ganz verwittert. Solches bestätigte sich auch hier, indem die hölzernen Schleusen schon nach 14 Jahren über dem Wasser völlig baufällig waren. Im Jahr 1786 ward beschlossen, sie nach und nach von Steinen, und zwar von Sandsteinen aus Rothenburg an der Saale zu erbauen.

Mit der Schleuse in der Stadt Bromberg wurde im Jahr 1789 der Anfang gemacht, und zwar wurde die neue steinerne Schleuse auf einem neu entworfenen Canal neben der alten Schleuse gebaut, um die Schiffahrt während des Baues nicht zu hemmen und um in festem Boden zu bauen. Die Kosten der steinernen Schleuse waren auf 95 556 Thlr. 8 Gr. berechnet, und zwar nach dem Project des Geheimen-Oberbaurath *Schultz.* Allein man stiefs beim Graben des Canals auf Triebsand, welcher sich auch in der Schleusenbaustelle fand, und, nachdem das ganze Grundwerk der Schleuse gerammt, die Drempel- oder Fachbäume und der Schleusenboden vollständig gelegt und selbst die Mauern der Schleusenwände angefangen waren, öffneten sich unerwartet aus den Ufern stark strömende Quellen; das Wasser sammelte sich unter dem Schleusenboden und hob das ganze Grundwerk der Schleuse mit den vielen eingerammten Grundpfählen durch den hydrostatischen Druck in die Höhe. Damit war dieser

Bau zu Ende; um so mehr, da die hohen Ufer des Canals und der Baustelle ausglitten oder einstürzten.

Dieser unerwartete Unfall erregte großes Aufsehen, und es ist wohl der Mühe werth, die Ursachen davon näher aufzusuchen. Ich bemerke darüber aus meiner späterhin erlangten Localkenntnifs Folgendes.

Das Thal, in welchem die Stadt Bromberg liegt und in welchem sich der Braheflufs nach dem Weichselstrom hinunter schlängelt, ist flach, und der Boden ist aus verschiedenen, durch Aufschwemmung gelagerten Erd-Arten, als Lehm, Letten, Kies und Sand, mit mannigfaltigen Geschieben vermengt, aufgeschichtet. Rechts ist das Thal zum Theil von einem hohen Ufer eingeschlossen; links erheben sich nur entfernt einige Hügel. Auf der linken Seite des Flusses, in der Vorstadt von Bromberg, liefs im Jahr 1798 der Zieglermeister *Walter* auf seinem Hofe, 15 Fufs hoch über dem mittleren Wasserstande des Braheflusses und 30 Ruthen vom Flusse entfernt, einen Brunnen graben. Die Eintiefung des Brunnens, durch die verschiedenen Erdschichten hindurch, hatte guten Fortgang. Als man aber schon eine Tiefe von 40 Fufs erreicht hatte, mithin 25 Fufs tief unter den Wasserspiegel des Braheflusses gekommen war, hier beim Bohren eine feste Lehmschicht fand und noch keine Spur von Wasser sich gezeigt hatte, wurde der etc. *Walter* muthlos und wollte die Arbeit aufgeben. Auf mein Zureden entschlofs er sich jedoch, das Bohren folgenden Tages noch weiter fortsetzen zu lassen; und grofs war sein Erstaunen, als am folgenden Morgen, nachdem er den Abend vorher noch einige Fufs tief hatte bohren lassen, durch den Brunnen nicht allein sein Hofraum, sondern selbst die benachbarten Gärten so überschwemmt waren, dafs die Grundbesitzer sich beschwerten und schleunigst eine Ableitungs-Rinne nach dem Braheflufs hin, 10 Fufs tief, gelegt werden mufste. Ein solcher Zuflufs von Wasser in den Brunnen war nur durch den fortgepflanzten hydrostatischen Druck von dem eine Viertelmeile entfernt liegenden, etwa 40 Fufs hohen Hügel bei Miszlinezineck her, durch die fortlaufende wasserhaltige Kieslage hindurch, möglich. Das Wasser in dem Brunnen hat sich, nach der mir in neuerer Zeit vom Hrn. Baurath *Peterson* in Bromberg mitgetheilten Nachricht, im Beharrungsstande erhalten. Aehnlich wirkte nun auch wohl das Wasser bei dem Bau der Schleuse. Es sind mir dergleichen Erscheinungen beim Bohren nach Wasser in meinem vieljährigen Geschäftswalten mehrere vorgekommen. Ich habe sie in meinen Bemer-

kungen über die Gewässer, die Ostseeküste und die Beschaffenheit des Bodens im Königreich Preufsen, im Jahr 1819 beschrieben. Ich bin dadurch überzeugt worden, dafs es keinesweges immer hinreichend ist, einen Brunnen blofs bis unter den Spiegel des nächsten Gewässers zu senken, um Wasser zu haben; wie es früher fast allgemein angenommen wurde. Die Rinde der Erde besteht nicht blofs aus horizontalen Erdschichten, sondern es sind dieselben in aufgeschwemmtem Boden so mannigfach gelagert, dafs einige fast senkrecht stehen; und wenn sie fetter Lehm oder Letten sind, so hemmen sie das Durchseigern und den Zuflufs des Grundwassers gänzlich.

Bei dem Bau der 9ten Schleuse, dessen Ausführung ich in den Jahren 1798 und 1799 leitete, zeigten sich Quellen noch anderer Art, als bei dem Schleusenbau in Bromberg. Es wurde hier in Stelle der alten hölzernen Schleuse, ganz nahe bei derselben, die neue massive Schleuse in festem Boden gegründet (wie man es auf der Carte sieht), um die Schiffahrt auf dem Canale nicht zu stören. Ehe man den Bau anfing, wurde der Grund der Schleusenbaustelle durch Bohren und Einrammen von Probepfählen untersucht; auch um die Kosten des Wasserschöpfens im Anschlage schätzen zu können. Als man nun bei der Ausführung die 10 Fufs dicke Torfrinde, welche die obere Lage des Bodens bildete, aus der Baustelle ausgehoben hatte und in die darunter liegende feine Sandmasse eingedrungen war, seigerte das in dem Canal hochstehende Wasser durch den Sandgrund so stark in die Baustelle, dafs sich bald stark aufströmende Quellen zeigten und Schöpfmaschinen in Bewegung gesetzt werden mufsten. Dieselben bestanden erst in einem Feldgestänge mit 6 Pumpen, vom Wasser getrieben; dann noch aus 4 grofsen Pumpen, durch Menschen gezogen, von der Art, wie sie in der Anweisung zur Wasserbaukunst von *Gilly* und *Eytelwein* im 2ten Hefte vorgestellt sind. Da alle diese Pumpen das Grundwasser noch nicht wältigen konnten, so mufsten in die Baustelle, neben dem Grundwerk der Schleuse, noch Brunnen eingetieft werden, aus welchen das Wasser mit Eimern geschöpft wurde. Man mufste Tag und Nacht Wasser schöpfen, um die Drempel und den Boden der Schleuse legen zu können. Hierbei zeigte es sich recht deutlich, in welchem Verhältnifs der hydrostatische Druck wirkte; und hätte die Schleuse noch tiefer gelegt werden müssen, so wäre die Wältigung des Wassers ohne noch kräftigere Vorrichtungen nicht mehr möglich gewesen.

In dem oben gedachten Fall, bei der Schleuse in Bromberg, hat sich

wahrscheinlich die wasserleitende Kiesschicht, auf welche man mit dem Brunnen auf dem *Walter*schen Hofe traf, nach der Schleusenbaustelle hingezogen, und so hat sich die Quelle geöffnet, welche das Grundwerk aus dem mit Wasser gesättigten Sandgrunde vermöge des hydrostatischen Drucks in die Höhe hob; was um so eher möglich war, da die Schleusen-Kammern und die Häupter schon mit Spundwänden eingefafst waren, so dafs der starke Druck, im Verhältnifs seiner Höhe, seine ganze Wirkung ausüben konnte. Das Grundwerk war aber noch nicht mit Mauerwerk belastet, welches dem Drucke hätte widerstehen mögen. Aehnliche Zerstörungen hölzerner Schleusen in Letten oder sumpfigem Boden sind mir mehrere vorgekommen; die weitere Beschreibung dieser Fälle gehört indessen nicht hierher.

Dafs die Ufer der Baugrube bei der Schleuse in Bromberg nachstürzten, verursachten die Letten- oder fetten Lehmschichten im nassen Zustande; die Erdmasse glitt vermöge ihres Gewichtes in die Baugrube hinab. Ich habe in Preufsen, an der Ostsee, an den Strömen und schroffen Hügeln, z. B. am Domberge in Frauenburg, am Rombinhügel am Memelstrom oberhalb Ragnit, auf welchem die alten Einwohner ihre Götter verehrten u. s. w., mehrere dergleichen Erdstürze gesehen; deren nähere Beschreibung ich aber übergehe.

Aus dem Ereignifs beim Bau der Bromberger Schleuse sieht man, wie vorsichtig der Hydrotekt und auch der Land-Baumeister bei der Untersuchung des Baugrundes sein mufs, um ein dauerhaftes Werk auszuführen.

Da die Quellen in der Bromberger Schleusenbaustelle in solchem Grade zunahmen, dafs man noch gefährlichere Uferstürze zu befürchten hatte, so mufste die Baustelle schleunigst verschüttet werden.

Die Untersuchung des verunglückten Baues wurde dem Geheimen-Ober-Baurath *Gilly* übertragen, weil der etc. *Schulz* inzwischen gestorben war. Herr etc. *Gilly* rieth, den neuen Canal und die neue Schleuse ganz zu verlassen und die alte hölzerne Schleuse durch eine tüchtige Ausbesserung, um die Schiffahrt zu erhalten, in Stand zu setzen; welches auch im Jahr 1792 geschahe.

Unter der Direction des etc. *Gilly* wurden hierauf durch den Ober-Bau-Inspector *Peterson* (nachherigen Regierungs- und Baurath in Marienwerder) die Zeichnungen und Anschläge zur Umwandlung der hölzernen

Schleusen des Canals in steinerne, entworfen, und zwar so, dafs die alten hölzernen Schleusen, um die Schiffahrt nicht zu unterbrechen, beibehalten und neben ihnen die neuen steinernen Schiffschleusen im trocknen Boden aufgeführt und hernach durch Durchstiche oder neue Canäle mit dem alten Canal verbunden werden sollten. Das Gefälle wurde unter die ersten 6 Schleusen so vertheilt, dafs die 5te Schleuse eingehen konnte. Ferner sollten die 7te und 8te Schleuse, da die Torf- und Moor-Erde in der breiten Thalfläche oder dem Bruch über dem Sande zum Theil 16 bis 20 Fufs hoch lag, wieder von Holz erbauet werden. Die 8te und 9te Schleuse, welche früher doppelt waren, nämlich zwei Kammern hatten, sollten in einfache Kammerschleusen verwandelt werden; wodurch bedeutende Kosten erspart wurden. Die steinernen Schleusen sollten nicht ganz aus Rothenburger Werkstücken, sondern aus sogenannten Klinkern (einer Art kleiner Ziegel, zu welchen man am Brahefluſs oberhalb Bromberg eine vorzügliche Art von Lehm gefunden hatte, und welche zu verfertigen späterhin eine grofse Ziegelei errichtet wurde) gebauet werden, auf die Weise, wie die Schleusen in Holland, an welchen nur die Ecken und Kanten der Wände mit Werkstücken eingefafst sind.

Diese Vorschläge wurden genehmigt und es wurden die 1te, 2te, 3te, 4te, 6te und 9te Schleuse in den Jahren von 1792 bis 1801 erbauet; auch wurde die Stauschleuse (jetzt die 10te Schleuse) in der Mündung des Canals bei Nackel, und die Stauschleuse auf dem Netzflufs bei Gromaden (man sehe die Carte) in Kammer- oder Schiffschleusen verwandelt. Ueber das Unterhaupt der 9ten Schleuse, über welche die Landstrafse von Bromberg nach Nackel u. s. w. führt, wurde im Jahr 1800 eine (in jener östlichen Gegend die erste) in Schlesien von Eisen gegossene Brücke unter meiner Leitung gebauet. Sie hat sich in Zweck und Dauerhaftigkeit bewährt.

An dem Bromberger Canal, bei welchem ich mehrere Jahre dienstlich wirkte, habe ich immer besonderes Interesse behalten, weshalb ich ihn auch auf meinen Geschäftsreisen von Königsberg nach Berlin in den Jahren 1822 und 1829 wiedersah. Ich bemerkte mit Vergnügen, dafs die Klinker dem Zahne der Zeit und der Verwitterung gut widerstanden hatten; wogegen die Werkstücke aus Rothenburger Sandstein schon zum gröfsten Theil hatten erneuert werden müssen.

Die Wichtigkeit des Bromberger Canals ward auch in neuerer Zeit bei der Bestimmung der Landesgrenze in Betracht gezogen. Im Jahr

1807 wurde in dem Waffenstillstande, welchen bei Tilsit die drei Monarchen bekanntlich in der Mitte des Memelstroms auf einem zierlich decorirten Holzflosse schlossen, während auf beiden Ufern viele Tausend Krieger verschiedener Nationen aufgestellt waren (ich war Augenzeuge dabei, da ich die baulichen Anstalten zum Uebergange der russischen Armee über den Memelstrom bei Kidullen zu besorgen hatte; wie ich solches in dem vaterländischen Archiv oder den Provinzialblättern beschrieben habe), so wie darauf in dem Friedensschlufs der Netzdistrict zum Theil, und der ganze Bromberger Canal, weil er auch für Kriegsoperationen sehr wichtig ist, auf Anlafs *Napoleon's* zu dem damals neu gegründeten Herzogthum Warschau geschlagen. Er kam erst im Jahr 1815 wieder unter preufsische Botmäfsigkeit.

Es gereicht der polnischen Regierung zur Ehre, dafs sie während ihres Besitzstandes an den Verhältnissen des Canals keine Veränderungen gemacht und selbst die 18 Canal-Officianten beibehalten hat. Auch ist in diesem Zeitraume nicht allein die 7te Schleuse hergestellt, sondern auch, ganz zweckmäfsig, eine neue Schleuse bei dem Dorfe Bielawe erbauet worden, weil sich dort der Wasserspiegel des Netzflusses, wegen der in frühern Zeiten gemachten Durchstiche, an der Ausmündung des Canals so sehr gesenkt hatte, dafs die Stromfahrzeuge liegen bleiben mufsten. Ferner ist im Jahr 1814 unter der polnischen Verwaltung in dem Dorfe Eichhorst (man sehe die Carte) eine Stauschleuse gegründet worden, um dem Bromberger Canal, der bei anhaltend trockener Witterung sehr seicht ist, durch den Speisecanal mehr Wasser zuzuführen. Diese Stauschleuse hat man nachher unter der preufsischen Regierung völlig ausgeführt. Schon früher, ehe diese Gegend an Polen abgetreten war, hatte man an dieser Stelle zu gleichem Zwecke unter der Autorität des französischen und polnischen Militairs (weil damals nur das Recht des Stärkern galt) den Netzflufs beim Sommer-Wasserstande coupirt, indem das Proviantgut, zur Verpflegung des Militairs bestimmt, auf dem Canale liegen geblieben war. Es war dadurch der am Netzflufs liegenden Thurschen und der Chobeliner Mühle das Wasser gänzlich entzogen worden. Die Mühlenbesitzer sind erst späterhin nach gesetzlichen Bestimmungen entschädigt worden.

Nachdem die Gegend wieder unter preufsische Herrschaft gekommen war, ist auf dem Netzflufs bei Gromaden neben der alten hölzernen Schleuse in einem neuen Canal eine Schiffsschleuse gebauet worden, die im Jahr 1825 vollendet wurde.

Die Kammern der Schleusen des Bromberger Canals sind 156 bis 181 Fufs lang und 28 Fufs breit; die Schiffsfahrzeuge sind die gewöhnlichen Oderkähne, von 124 Fufs Länge und 13½ Fufs Breite; sie gehen 2 Fufs 10 Zoll tief ins Wasser, tragen 766 Centner und machen jetzt, selbst beladen, die Fahrt auf dem Canal von Bromberg nach Nackel, und umgekehrt, in einem Tage.

Nach den Canal-Rechnungen passirten

im Jahr 1817 den Canal 1146 Fahrzeuge,
- - 1818 - - 1463 - -
- - 1819 - - 939 - -
- - 1820 - - 844 - -

Sie bezahlten in diesen 4 Jahren, ohne die Holzflösse, 15 689 Thlr. Gefälle.

(Eine kurze Geschichte des Bromberger Canals habe ich im April 1809 auf eine Kupferplatte gestochen, welche im Beisein des Geheimen-Oberbauraths *Gilly* und mehrerer Baubeamten in den Oberdrempel oder Fachbaum der 9ten Schleuse gelegt worden ist.)

Die Construction der Schleusen übergehe ich, weil man sie in der Anweisung zur Wasserbaukunst von *Gilly* und *Eytelwein* beschrieben findet. Jeden Hydrotekten ist die Einrichtung der Schleusen bekannt, und für andere Leser möchte die Beschreibung nicht Interesse genug haben.

Wenn nun gleich die oben angegebenen Schiffszölle auf dem Bromberger Canal dem Staate nicht eben viel einbringen, so dient doch dieser Canal gar sehr zur Beförderung des Handels und des innern Verkehrs, durch welchen der Staat indirect an Einnahme gewinnt. Auch sind durch den Canal zugleich die versumpften Brücher in tragbare Wiesen umgeschaffen worden und Ansiedelungen von Menschen entstanden. Aus diesem Gesichtspuncte aber betrachtete *Friedrich der Grofse* solche Anlagen. Ferner bildet der Bromberger Canal einen Theil der Wasserstrafse von der Nordsee nach dem Schwarzen-Meere, welche Strafse jetzt seit einigen Jahren die russische Regierung mittelst Durchbrechung der Wasserfälle im Dnieperstrom hat völlig eröffnen lassen. Ich habe solche anderweitig näher beschrieben.

Der Boden in der Umgegend des Bromberger Canals ist wellenförmig und gröfstentheils sandig. Er war, bevor das Land im Jahr 1772 an Preufsen fiel, sehr öde und wenig angebaut. Man sieht davon noch jetzt Spuren in den adelichen polnischen Dörfern. Unter der polnischen Re-

gierung war, bei den oftmaligen innern Unruhen, für die Wasser- und Landstraßsen, und überhaupt für die Cultur, fast gar nichts geschehen. Ich sahe dies noch im Jahr 1796, als ich den Geheimen-Oberbaurath *Gilly* auf seiner Reise durch Süd- und Neu-Ostpreußsen von Berlin aus begleitete, und späterhin, als ich in Neu-Ostpreußsen bei der Regulirung der Wasserwege und den Meliorationen angestellt war.

Als *Friedrich der Große* im Jahr 1773 den Canal in Augenschein nahm und in seiner Gegenwart auf demselben die Schiffahrt eröffnet wurde, entging es seinem Scharfblicke nicht, wie Vieles hier noch zur Aufnahme der Gegend geschehen könne. Er beschloß, bei der Stadt Nackel eine große Cavallerie-Caserne erbauen und Garnison dahin legen zu lassen. Den Bewohnern von Nackel ließ er 100 Kühe und Saathafer kaufen, weil er den flachen Moorboden für Hafer tragbar hielt. Er hatte sich bei der Kammer in Cüstrin landwirthschaftliche Kenntnisse erworben und selbst einen Domainen-Pacht-Anschlag ausgearbeitet. Späterhin überzeugte sich der König bei seinen Reisen zu den Revüen bei Mockerau, unweit Graudenz, von der Aufnahme dieser Gegend, äußserte aber auch zuweilen nicht wenig seinen Unwillen über die zum Theil ordnungslose Wirthschaft einiger Polen. Auch andere Städte im Netzdistrict hatten sich der Unterstützung des Königs zu erfreuen. Den Provinzialbehörden wurde ihr Sitz in der Stadt Bromberg angewiesen; es wurde ein Regiment Infanterie in diese Stadt in Garnison gelegt; es wurde ein großes Getreide-Magazin daselbst gebaut; die Städte erhielten Bauhülfsgelder und andere Beihülfen zur Aufnahme und Beförderung der Industrie u. s. w.

Die Gegend an der Netze war schon in älterer Zeit merkwürdig. Durch sie nahmen die Deutschen Ritter ihren Zug nach Preußsen, wohin sie im Jahr 1232 bei Thorn über den Weichselstrom (der Wasserspiegel desselben liegt hier beim mittlern Sommer-Wasserstande 78 Fuß über der Ostsee) vordrangen, um die heidnischen Einwohner zu bekehren und von dem Lande Besitz zu nehmen. Sie baueten hier eine Burg, um im Lande festen Fuß zu fassen. Zum Rückhalt baueten sie im Jahr 1200 das Schloß Bromberg (früher Bydgoscz); von welchem noch Ruinen vorhanden sind. Die Stadt Bromberg wurde im Jahr 1346 gegründet, hieß früher Königsberg und erhielt später das Stapelrecht, weil der König von Polen *Casimir III.* den Braheflufs, von dem Weichselstrom an bis Bromberg, im Jahr 1484 hatte schiffbar machen lassen. Dagegen zerstörten die Deut-

schen Ritter im Jahr 1329 das Schlofs Nackel, von welchem jetzt nur noch ein Schutthügel übrig ist, weil es nicht mehr ihren Zwecken entsprach. (Man sehe meine Bemerkungen über die Besitznahme Preufsens und über die Entstehung seiner Schlösser und Burgen. 1836. bei Reimer in Berlin.)

Ueber die Beschaffenheit des Bodens, in welchem der Bromberger Canal gezogen ist, bemerke ich noch Folgendes. Von Bromberg ab (man sehe die Carte) bis hinter der 6ten Schleuse ist Sand. Hier erweitert sich die Bruchfläche, zum Theil bis über eine Viertelmeile breit. Sie war früher mit Wasser bedeckt. Der Schlessinsche See, welcher seinen Abflufs nach Nackel in den Netzflufs hat, ist davon ein Ueberrest. Der Sage nach soll hier ein Schiffs-Anker gefunden worden sein. Ich habe darüber nichts Sicheres ermitteln können, und es mag dies eine blofse Sage sein, wie es deren so viele giebt, die auch noch immer gedruckt werden. Die Oberfläche des Bruchs besteht jetzt aus Torf und Moor-Erde, 10 bis 15 Fufs tief, welche auf reinem See- oder Triebsand liegt. Sie war beim Graben des Canals noch so sumpfig, dafs die Arbeiter darin einsanken und mehrere Menschen das Leben verloren.

Auf der Oberfläche des Sandgrundes bemerkte ich bei dem Graben des neuen Canals, beim Bau der 9ten Schleuse und beim Ausgraben des Grundes zur Fundamentirung der Schleusemeister-Häuser an der 9ten und 10ten Schleuse bei Nackel, welche von Bromberger Klinkern, mit Bohlendächern und mit Lehmschindeln bedeckt, erbaut wurden, dafs ein Wald gleichsam wie durch einen Orcan, aus Südwest kommend, auf den Sandgrund, unter der 10 bis 15 Fufs dicken Torfdecke, mit vielen Blättern von Sumpfpflanzen gemischt, hingestreckt lag. Die Rinde der Birken hatte sich, vielleicht seit Jahrtausenden, unter der durch Verwitterung des Holzes und der Wasserpflanzen erzeugten Torfmasse erhalten. Die Ausdünstung war beim Ausgraben des Grundes und dem Berühren der verfaulten Hölzer und Wasserkräuter so stark, dafs viele Arbeiter erkrankten. Ihre Heilung geschah auf öffentliche Kosten.

Jener sumpfige Boden hat sich nun nach seiner Entwässerung so weit gesenkt, oder verdichtet, dafs gute Wiesen entstanden sind, auf welchen sich, an dem Canal selbst, so wie auch im Netzbruch, viele Colonisten angesiedelt haben; besonders Arbeiter, welche bei der Erhaltung und Beschiffung des Canals ihren Verdienst finden. Auch Das ist das Werk *Friedrichs des Grofsen.*

Immer ist eine sorgfältige Erhaltung des Canals nothwendig. Denn sein Bett erhöht sich in dem Moorboden oft, weil die Erdmasse durch den Verkehr aufgelöset wird und die zersetzten Vegetabilien in die Höhe schwimmen und das Wasser sumpfig machen. Das Wasser mufs dann an den horizontalen Stellen zwischen den Schleusen abgelassen und durch Ausgraben und mit Handbaggern vertieft werden. Aehnliches geschieht auch in dem Canal in der Litthauischen Niederung, dem sogenannten Grofs-Friedrichsgraben, dessen Wasserspiegel ebenfalls horizontal steht, und wo drei Pferdebaggermaschinen, für welche er breit genug ist, an der Vertiefung arbeiten müssen; welches jährlich durchschnittlich 1500 Thlr. kostet.

Bei dem durch die Bruchfläche gerade gezogenen Bromberger Canal ist auch noch der Uebelstand, dafs der Wind, wenn er anhaltend mehrere Tage in der Linie des geraden Canals streicht, so stark auf den Wasserspiegel drückt, dafs er denselben bedeutend zurückschiebt und dafs dann der Canal, an dem Ende, von welchem der Wind herkommt, die Zeit über unfahrbar wird. Es haben deshalb schon Fangschleusen gebauet werden müssen, die blofs aus einem Schütz bestehen. Auch saugt der Moorgrund des Bruches bei trockenem Wetter aus dem Canal sehr viel Wasser ein, welches dann aus der Erde verdunstet, und welches beträchtlich ist. Man rechnet den Niederschlag in jener Gegend 22 Zoll und die Ausdünstung 20 Zoll hoch.

Es würde auch hier ganz zweckmäfsig gewesen sein, wenn man, nach der Manier des *Copernicus,* den Canal am Fufse des südlichen Thalufers entlang in festem Boden gezogen hätte (man sehe die Carte). Es würden dann aus der Anhöhe mehrere Quellen eröffnet worden sein, auf die Weise, wie es durch das Bohren artesischer Brunnen geschieht, und der Canal würde mehr Wasser erhalten haben; sein Bett würde nicht so sumpfig geworden sein, und es würde ein fester Leinpfad oder Treidelsteig längs dem Canal haben gemacht werden können. Zur Entwässerung des Bruches waren dann nur, ohne den Canal zu berühren, Gräben nöthig, für welche das erforderliche Gefälle vorhanden war. Von dieser Art, Canäle am Fufse der Anhöhen oder in deren Abhängen selbst zu ziehen, hat *Copernicus,* der Begründer unsres Sonnensystems, durch den etwa im Jahr 1500 bei Frauenburg gegrabenen Canal ein belehrendes Beispiel gegeben. Dieser, nach seinem Namen genannte Canal leitete das Wasser aus dem Baudeflufs vermittelst eines steinernen Wehrs oder Ueberfalls nach der Stadt Frauenburg, zum Trieb einer Mühle und zu einer Wasser-

kunst, die in einem dazu erbauten massiven Thurme stand, das Wasser 80 Fuſs hoch hob und in ein auf dem Domplatz errichtetes Bassin leitete, von wo aus es in die Wohnungen der Domherren zu ihrem Bedarf floſs. Ebenfalls nach seiner Angabe wurden die Wasserkünste bei Danzig und Graudenz auf ähnliche Art angelegt. Bei Preuſs. Holland und in mehreren Städten in Preuſsen wurden Canäle am Fuſse der Ufer-Anhöhen gezogen, welche jetzt noch, in Erwägung der beschränkten technischen Kenntnisse damaliger Zeit, Bewunderung erregen. Die Biographie des unsterblichen *Copernicus* hat der Domherr *Hoppe* in Frauenburg aus dem Polnischen ins Deutsche übersetzt. Sie befindet sich im 8ten Bande des vaterländischen Archivs oder der preuſsischen Provinzial-Blätter, und im 4ten und 5ten Bande meiner Aufsätze befinden sich Bemerkungen über das thätige und nützliche Wirken dieses groſsen Mannes. Die Polen errichteten ihm in Warschau ein Standbild, so wie es jetzt in Thorn geschehen wird. Er war nicht bloſs Astronom, sondern wandte auch seine mathematischen Kenntnisse im Allgemeinen zu nützlichen Zwecken an, besonders auch in der Hydraulik, Hydrostatik und in der damit in Verbindung stehenden Nivellir-Kunst, welche vor ihm in Preuſsen ganz unbekannt war: selbst den deutschen Rittern; worüber weiterhin mehr gesagt werden wird. Nach dem Dahinscheiden des *Copernicus* kam dieser Zweig der Wissenschaft hier wieder sehr zurück, und nur erst unter der Regierung *Friedrichs des Groſsen* wurde er wieder ins Leben gerufen. Es entging dem Könige bei dem Bau des Finow-Canals und bei der Urbarmachung des Oder- und Warthebruchs nicht, wie viel auf ein richtiges Nivellement ankomme. Er schätzte den Baumeister auch je nachdem er zu nivelliren verstand. So z. B. lieſs der König mehrere Baumeister nach Potsdam kommen, als der Posten seines ersten Prachtbaumeisters besetzt werden sollte, und prüfte sie selbst mündlich, besonders aber, ob sie nivelliren konnten, weil er darauf sehr groſsen Werth setzte. Dies ist mir öfters von dem Geheimen-Oberbaurath *Gilly,* der ebenfalls unter den einberufenen Candidaten war, erzählt worden. In unserer Zeit gehört das Nivelliren zu den gewöhnlichen Arbeiten eines Feldmessers, und er erhält sein Qualifications-Attest erst, wenn er nachgewiesen hat, daſs er darin völlig geübt sei. Es sind dadurch, und zwar mittelst der Einwirkung des Ober-Bau-Departements, und nachher der jetzigen Ober-Bau-Deputation, groſse Fortschritte in der Bildung der Techniker gemacht worden. (Fortsetzung folgt.)

17.
Auszug aus den Nachrichten des Herrn F. A. Ritters v. Gerstner über Eisenbahnen, Dampfschiffahrt und andere öffentliche Unternehmungen in Nord-Amerika.

(Fortsetzung der Abhandlung No. 13. im vorigen Heft.)

Zweiter Bericht. Aus Philadelphia, vom 22ten Februar 1839.

Finanzen des Staates New-York. Theuerste Eisenbahn in den vereinigten Staaten. Dampfbahnen, Dampfwagen und Dampfmaschinen.

Der Staat New-York ist 2150 Quadratmeilen grofs, und seine Bevölkerung stieg mit der der gesammten vereinigten Staaten wie folgt:

Im Jahre	war die Bevölkerung des Staats New-York.	war die Bevölkerung der sämmtlichen vereinigten Staaten
1790	340 120	3 929 827
1800	586 756	5 305 925
1810	959 949	7 239 814
1820	1 372 812	9 638 131
1830	1 918 608	12 866 920

Der Erie-Canal, im Jahr 1817 begonnen, gab, wie oben bemerkt, den Haupt-Antrieb zum Bau von Eisenbahnen und Canälen. Jetzt werden darauf jährlich für etwa 31 Millionen Thaler Landesproducte und Waaren, etwa 13¾ Millionen Ctr. an Gewicht, transportirt. Die Canalzölle gewähren jetzt der Staatscasse einen bedeutenden Ueberschufs, nachdem die Baukosten längst bezahlt sind. Die Preise des Landes am Canal stiegen auf mehr als das 5fache, und eine Ortschaft erhob sich nach der andern. Die Stadt Rochester bestand 1812 nur aus wenigen Jägerhütten; jetzt hat sie 30 000 Einwohner.

Im Jahr 1838 liefs der Staat New-York durch eine Commission untersuchen, ob der Wohlstand der Einwohner gestatte, ferner für Canäle

und Eisenbahnen Ausgaben zu machen. Das jetzt erschienene Resultat ist folgendes. Die Staatsregierung kostet jährlich 569 000 Thlr. Der Gouverneur erhält etwa 5700 Thlr., der Kanzler, der Staatssecretair und der Chef der Finanzen erhalten jeder 3550 Thlr. jährlichen Gehalt; die übrigen Beamten nach Verhältnifs weniger. Den gröfsten Theil kosten die gesetzgebende Versammlung und die Gerichtshöfe. Bis 1826 wurde zu den Kosten der Staatsregierung eine Vermögensteuer erhoben; seitdem werden die Kosten blofs durch eine Taxe auf Auctionen und Salz gedeckt. Die Schulden des Staates, für öffentliche Anlagen, betrugen am 1ten Januar 1837 6 446 585 Thlr., wovon etwa $\frac{2}{9}$ alte Schulden sind. Der reine Ueberschufs der Canalzoll-Einnahme dagegen beträgt jährlich 1 575 638 Thlr., welches, zu 5 Procent, ein Capital von 31 512 760 Thlr. repräsentirt, und es bleibt also, nach Abzug der Schulden, ein productives Staatsvermögen von mehr als 25 Millionen Thlr. Aufserdem hatte der Staat Ende Septembers 1838 einen Fond von 2 744 471 Thlr. zu Elementarschulen und von 381 286 Thlr. zu höhern Schulen, und im Jahr 1837 erhielt er aus den nach Bezahlung aller Schulden dem Verein übrig gebliebenen 60 Millionen Thlr. einen Antheil von 5 709 538 Thlr., der einstweilen auf Zinsen gelegt wurde. Zur Erhaltung der Strafsen, Wohlthätigkeits-Anstalten, Schulen, der Beleuchtung in den Städten u. s. w. wird eine Steuer vom gesammten Real- und Personal-Vermögen erhoben; welches Vermögen eine Commission jährlich schätzt. Dasselbe, jedoch natürlich zu klein angesetzt, weil Viele ihr Vermögen, wenn es auf Besteuerung ankommt, wohl zu gering angeben, betrug im Jahr 1820 etwa 363, im Jahr 1830 etwa 468 und im Jahr 1838 etwa 892 Millionen Thlr. und die Steuer davon im Jahr 1838 4 068 231 Thlr. Dieses ergiebt, die Bevölkerung zu $2\frac{1}{2}$ Millionen Seelen angenommen, ein Vermögen von etwa 360 Thlr. im Durchschnitt auf den Kopf und eine jährliche Steuer von etwa 1 Thlr. 19 Sgr. Unter diesen günstigen Umständen beschlofs die Staatsverwaltung, auf 10 Jahre lang, jährlich 5 688 888 Thlr., im Ganzen also etwa 57 Millionen Thlr. zu Eisenbahnen und Canälen zu verwenden.

Die Meinung, dafs die amerikanischen Eisenbahnen unregelmäfsig, mit zu schwachen Schienen, zu kurzen Krümmen und zu starken Gefällen gebauet sind, um nur wohlfeil zu sein, hat der Herr Verfasser unrichtig gefunden. Er ist der Meinung, dafs das System der amerikanischen Bahnen für das ähnliche Clima von Deutschland und Rufsland passender sein

würde, als das der Englischen, und daſs ein Eisenbahn-Ingenieur, der das Rechte vom Unrichtigen zu unterscheiden weiſs, hier mehr lernen könne als in England.

Da, wo es angewendet ist, haben die Amerikaner bei den Eisenbahnen *nicht* Geld geschont. Dieses beweiset die Eisenbahn innerhalb der Stadt New-York. Diese Stadt liegt auf einer etwa 1¾ Meilen langen und noch nicht eine halbe Meile breiten Insel. Sie hat jetzt, im untern südlichen Theile, etwa 300 Tausend Einwohner. Dieselbe Zahl nimmt jährlich um etwa 15 Tausend zu, und es entstehen nach dem nördlichen Theil hin jährlich 800 bis 1000 neue Häuser. Die Eigenthümer der Baustellen haben die Kosten einer Eisenbahn zusammengebracht, welche am Stadthause beginnt und durch das noch unbebaute Land bis zu den letzten Häusern am Harlaem-Fluſs, der 133sten Straſse von New-York, geht. Sie ist über eine Meile lang ganz gerade, doppelt, und hat sehr sanfte Gefälle. Um solche Gefälle zu erlangen, hat müssen ein Tunnel durch einen sehr harten Felsen gebrochen und eine Brücke mit steinernen Pfeilern und 4 hölzernen Bogen, jeder von 170 Fuſs Spannung, gebauet werden. Die Bahn kostete bis Ende 1838 schon etwa 1½ Million Thlr. und wird, wenn die ganzen 1¾ Meilen vollendet sein werden, etwa 1 700 000 Thlr. gekostet haben; die Meile also schon gegen 1 Million Thlr.; wozu aber noch die Kosten von etwa 19 Pfund auf den Fuſs schweren Schienen, die statt der jetzigen nur etwa 5 Pfund wiegenden Schienen gelegt werden sollen, hinzukommen. Die Bahn ist 1838 von 800 000 Menschen benutzt worden. Sie wird auf ein Drittheil der Länge mit Pferdekraft und auf zwei Drittheil mit Dampfkraft befahren. Die Fahrten darauf ersetzen die Stelle von Omnibus innerhalb der Stadt.

An *Dampfbooten* sind zufolge eines vor Kurzem erstatteten officiellen Berichts in den vereinigten Staaten von 1807 bis zum Sommer 1838 1300 gebaut worden. Davon sind durch Unglück 260 zu Grunde gegangen, 240 durch den Gebrauch, und gegenwärtig sind im Gange 800. Die Tragkraft sämmtlicher Dampfboote ist 3 064 435 Ctr. und die bewegende Kraft ihrer Maschinen gleich 57 019 Pferde-Kräften. Das gröſste der Dampfboote ist der Natchez von 16 951 Ctr. Tragkraft und 300 Pferden Kraft der Maschine. Zur Feuerung dient meistens Holz. Auf jedes Dampfboot nur eine Maschine gerechnet, obgleich die meisten ihrer zwei haben, thut 800 Maschinen. Dazu 350 Dampfwagen auf Eisenbahnen und 1860

Maschinen in den Fabriken, giebt zusammen 3010 Dampfmaschinen in den vereinigten Staaten. In England gab es 1836 nur 600 Dampfboote, mit 1339695 Ctr. Tragkraft.

Die vorerwähnten 350 Dampfwagen bewegen sich auf 54 verschiedenen Eisenbahnen; auf der von Philadelphia nach Columbia, 17½ Meilen lang, die meisten; nemlich 34. Von den 350 Dampfwagen wurden

	in den Jahren:							
	1831	1832	1833	1834	1835	1836	1837	1838
Aus England eingeführt	1	8	13	11	19	12	20	0
In Amerika gebaut	0	3	4	22	36	81	76	44
Zusammen	1	11	17	33	55	93	96	44

Thut im Ganzen 350.

Nachdem man im Jahr 1831 den ersten Dampfwagen aus England geholt hatte, brauchte man von dort, 7 Jahre später, schon keinen mehr, und 21 verschiedene inländische Fabriken lieferten nicht allein den Bedarf, sondern schon wurden 2 Wagen nach Oesterreich, 1 nach Braunschweig, 1, von *William Norris,* sogar so eben *nach England* gesendet; 9 andere sind für die Eisenbahn zwischen Birmingham und Glocester bestellt. Herr *W. Norris* in Philadelphia hat bis zum 20. Februar 1839 schon 73 und Herr *Baldwin,* eben daselbst, 121 Maschinen gebaut. Jeder der beiden Fabricanten beschäftigt 250 Arbeiter und vermag *wöchentlich* eine Maschine zu liefern. Der Preis einer Maschine ist 10000 bis 11400 Thlr.; je nach der Gröfse. Die obigen officiellen Angaben der Zahl der vorhandenen Maschinen reicht nur bis Mitte 1838. Jetzt (Anfangs 1839) kann man 425 Dampfwagen auf den Eisenbahnen im Ganzen annehmen, von welchen nur 84 in England verfertigt sind. Die Amerikaner haben auch die Segelschiffahrt so vervollkommnet, dafs fast nur amerikanische Paketschiffe zwischen Amerika und England fahren. Die Dampfschiffahrt in Amerika hat eine gröfsere Ausdehnung als irgendwo; und wahrscheinlich werden auch die Dampfwagen dort bald so vervollkommnet werden, dafs Europa von dorther viele gute Maschinen wird erhalten können.

Dritter Bericht. Aus Wilmington in Nord-Carolina; vom 31. März 1839.

Postwesen. Eisenbahnen im Winter. Die längste Eisenbahn in den ver. St. Uebersicht der dortigen Eisenbahnen.

Das *Postwesen* macht in den vereinigten Staaten einen wichtigen Theil der Verwaltung aus. Derselbe ist der Central-Regierung überlassen. Der Ueberschuſs des Ertrages wird zu neuen Postverbindungen verwendet und daher nicht zur Vermehrung der Staats-Einkünfte geschlagen. Der General-Postmeister ist Mitglied des Cabinets des Präsidenten und erhält 8533 Thlr. Gehalt. Er ernennt und entläſst nach seinem Ermessen sämmtliche Postmeister und Postbeamten. Die Postmeister haben keinen Gehalt, sondern Procente der Einnahme, bis zum Maximo von 2844 Thlr. jährlich. Die Briefpost *(mail)* wird auf lebhaften Straſsen an Privat-Unternehmer von Eilwagen *(stages)*, oder an Eisenbahn- und Dampfschiffahrts-Gesellschaften verpachtet; auf minder lebhaften Straſsen werden reitende Posten, oder zweiradige Briefpostkarren, ebenfalls contractmäſsig, befördert. Die Beförderung der Personen, kleiner Pakete und anderer Dinge, auſser der Briefpost, ist der Privat-Industrie überlassen; und nirgends giebt es privilegirte Poststallhalter. Im Jahr 1838 betrug die Länge der Straſsen, auf welchen die Briefpost befördert wurde, 28 839 Meilen und die Zahl der Postbureaus 12 519. Die Beförderung kostete auf den Straſsen $18\frac{1}{2}$, zu Pferde oder in zweirädrigen Karren $14\frac{1}{3}$ und auf Eisenbahnen und Dampfschiffen 34 Sgr. auf die Meile. Im Jahr 1838 betrug die Beförderung der Posten auf Eisenbahnen und Dampfschiffen schon 5 mal mehr als 1832. Da der Staat die Eisenbahnen als Privat-Eigenthum ansieht, so wird der Vertrag über die Beförderung der Mail mit beiderseitig freier Zustimmung geschlossen. Anfangs hatte der Congreſs bestimmt, daſs auf Eisenbahnen nur 25 Proc. mehr als für die langsamere Beförderung auf Straſsen bezahlt werden sollte. Dieses giebt 1577 Thlr. jährlich für die Meile einmalige Beförderung. Da aber die Eisenbahn-Compagnieen nicht damit zufrieden sein zu können erklärten, so wurde die Bezahlung auf 1992 Thlr. oder 2 Thlr. 22 Sgr. für die einmalige Beförderung auf 1 Meile erhöht, wovon aber für Deutschland, wegen der geringern dortigen Preise, nur die Hälfte zu rechnen sein dürfte. Die groſsen Mails wiegen 20 bis 30 Ctr.,

während mit der Postkutsche nur die kleinern Mails befördert werden. Aus den hohen Preisen folgt, dafs man auf auf die Beförderung der Mails durch die Eisenbahnen viel Werth legt. Die Eisenbahn-Compagnieen müssen die Beförderungs-Zeit genau einhalten und verlieren die Bezahlung für einen ganzen Tag, wenn die Mail nur einige Minuten zu spät eintrifft.

In den nördlichen Staaten sind die Canäle 4 Monate lang gefroren, und der Schnee fällt mehrere Fufs hoch. Die Fahrt auf den Eisenbahnen wird dadurch im Winter, in den langen und tiefen Einschnitten, sehr erschwert. Man hat 5 bis 6 Jahre lang verschiedene Mittel dagegen ohne genügendes Resultat versucht. In den letzten zwei Wintern sind aber die Schneeräumungs-Apparate ganz gelungen. Sie räumen den Schnee von der Bahn ab und zerschneiden und fegen das Eis von den Schienen. Ist der Schnee nur erst einige Zoll hoch gefallen, so wird der Apparat ohne weiteres vor den Dampfwagen angebracht. Liegt er aber höher, so geht eine halbe Stunde vor dem Train ein eigener Dampfwagen mit dem Schnee-Apparate ab, um die Bahn zu reinigen. Zwischen Schenectady und Utica wurden im letzten Winter einzelne Strecken in einer Nacht 3 bis 4 Fufs hoch mit Schnee bedeckt. Man sandte zwei und einmal auch drei Maschinen ab, welche, mit einander verbunden, den Apparat vor sich her bewegten und die Bahn vom Schnee reinigten. So ist man dahin gelangt, die Fahrzeiten auch im Winter genau einhalten zu können.

Um im Winter das Zufrieren der Pumpen und Saugröhren zu verhindern und die Maschinenführer gegen die Kälte zu schützen, wird die ganze Maschine oben und an den Seiten mit starker Leinwand bedeckt. Vorn sieht der Rauchfang heraus, und es sind zwei grofse Fenster angebracht, um durch dieselben die Bahn zu überschauen. Nach hinten zu reicht das Dach über einen Theil des Tenders und sperrt so den Zutritt der kalten Luft grofsentheils ab. So ist der Dampfwagenführer, während er die ganze Maschine und die Bahn übersieht, eben wie die Maschine selbst, gegen die kalte Luft und gegen den Schnee geschützt. Die Reisenden befinden sich in langen, 8rädrigen Wagen, zu 50 bis 60 bequemen Sitzen, in welchen ein Ofen ist, um den Wagen angenehm heizen zu können; so wie auch die nothwendige Einrichtung, um das Absteigen unnöthig zu machen; was besonders für Kinder erforderlich ist. Am Ende jedes Wagens ist eine kleine Brücke, auf der man während der Fahrt von einem Wagen in den andern gelangen kann, um seine Bekannten unter den Mitreisenden zu

besuchen. In einigen Wagen findet man abgesonderte kleine Familienzimmer und eine Aufwärterin, um die Reisenden zu bedienen. In andern Wagen sind Buffets mit Erfrischungen, die während der Reise von einem Aufwärter herumgetragen werden. Man ist sogar so weit gegangen, 42 Betten in einem solchen Wagen anzubringen, um darin während der Nacht ruhig schlafen zu können. Bei Tage werden die Betten aufgeschlagen und in Sitze verwandelt. So gleicht denn ein Eisenbahnwagen einem Dampfschiffe, an dessen Bord man alle Bequemlichkeiten, statt der Seekrankheit aber einen stets erfreulichen Aufenthalt findet, so lang auch die Reise sein mag.

Die *kostspieligste* Eisenbahn in Amerika, die 1 Million Thlr. die Meile gekostet hat, ist die im zweiten Bericht beschriebene in der Stadt New-York. Die *längste,* die also nicht zum Vergnügen, sondern zur Verbindung der entferntesten Puncte des Landes und für Geschäftsleute bestimmt ist, und die für jetzt wohl die längste auf der ganzen Erde sein dürfte, ist die von Boston in Massachusetts bis Grensborò im Staate Georgia. Diese Strafse besteht aus folgenden Theilen:

Von	Bis	Art der Strafse	Länge in Meilen	Gewicht der Schienen auf den Fufs Länge	Zahl der Dampf-wagen	Baukosten der Bahn im Ganzen	Baukosten der Bahn für die Meile
				Pfd.		Thlr.	Thlr.
1. Boston	— Providence	— Eisenbahn	8,97	18,3	11	2 275 555	253 585
2. Providence	— Stonington	— Eisenbahn	10,15	19,3	6	3 555 555	352 353
3. Stonington	— New-York	— Dampfboot	27,77	—	—	— —	— —
4. New-York	— New-Brunswick	— Eisenbahn	6,62	12,6	7	2 492 016	376 248
5. New-Brunswick	— Trenton	— Eisenbahn	5,87	13,6	4	707 981	120 498
6. Trenton	— Philadelphia	— Eisenbahn	6,41	4,3	4	568 888	88 756
7. Philadelphia	— Wilmington (Del.)	— Eisenbahn	5,98	— }	—	711 111	118 867
8. Wilmington	— Havre-de-Grace	— Eisenbahn	7,48	11,6 }	14	1 137 777	152 150
9. Havre-de-Grace	— Baltimore	— Eisenbahn	7,69	13,3 }	—	1 351 111	175 662
10. Baltimore	— Washington	— Eisenbahn	8,33	13,3	4	2 902 000	348 250
11. Washington	— Aquia-creek	— Dampfboot	12,82	—	—	— —	— —
12. Aquia-creek	— Fredericksburg	— Postkutsche	2,78	—	—	— —	— —
13. Fredericksburg	— Richmond	— Eisenbahn	12,13	3,5	12	1 706 666	129 884
14. Richmond	— Petersburg	— Eisenbahn	4,81	3,2	5	995 555	207 089
15. Petersburg	— Weldon	— Eisenbahn	12,82	3,2	12	1 089 800	85 012
16. Weldon	— Wilmington (N. C.)	— Eisenbahn	34,18	4,0	10	1 934 222	56 581
17. Wilmington	— Charleston	— Dampfboot	34,18	—	—	— —	— —
18. Charleston	— Augusta	— Eisenbahn	29,06	8,5	27	2 844 444	97 892
19. Augusta	— Grensborò	— Eisenbahn	17,95	5,6	10	1 672 532	93 193
		Zusammen	257,00 Meilen				

In der 12ten Strecke, zwischen Aquia-creek und Fredericksburg, wird im Jahr 1839 die Eisenbahn erbaut. In der 16ten Strecke, zwischen Weldon und Wilmington, ist erst ein Theil der Eisenbahn fertig; sie wird aber 1839 ganz vollendet. Es werden also von dieser 257 Meilen langen Strafse 182¼ Meilen auf Eisenbahnen und 74¾ Meilen auf Dampfschiffen zurückgelegt. Die Abfahrt auf den verschiedenen Strecken geschieht gleich nach der Ankunft der Wagen von den vorhergehenden und man legt den ganzen Weg in 5 Tagen oder 120 Stunden, also etwas über 2 Meilen in der Stunde zurück; worunter der Aufenthalt zu Frühstück, Mittag- und Abendessen und 10 Stunden Aufenthalt in New-York mitbegriffen sind. Wenn die fehlenden Eisenbahnstrecken fertig sein werden, wird man nur 100 Stunden zu der Reise gebrauchen, und wenn die verschiedenen Strecken nicht 13 verschiedenen Gesellschaften gehörten und man oft die Wagen wechseln und umpacken müfste, so würde man 3 Meilen in der Stunde zurücklegen; mit allem Aufenthalt.

In der *gleichen* Richtung ist auf der Strecke von Stonington bis Weldon noch eine zweite Eisenbahn gebauet, die aus folgenden Theilen besteht:

Von	Bis	Art der Strafse	Länge in Meilen	Gewicht der Schienen auf den Fufs Länge	Zahl der Dampfwagen	Baukosten der Bahn im Ganzen	Baukosten der Bahn für die Meile
				Pfd.		Thlr.	Thlr.
1. Stonington	— Greenport	— Dampfboot	5,34	—	—	— —	— —
2. Greenport	— New-York	— Eisenbahn	20,08	6,9	10	2 892 586	143 934
3. New-York	— Amboy	— Dampfboot	5,34	—	—	— —	— —
4. Amboy	— Philadelphia	— Eisenbahn	12,03	13,6	12	2 988 799	229 322
5. Philadelphia	— Elktown	— Eisenbahn	9,40	—	—	1 231 235	130 970
6. Elktown	— Sommersetcove	— Eisenbahn	25,21	3,2	8	1 456 892	57 785
7. Sommersetcove	— Portsmouth	— Dampfboot	18,16	—	—	— —	— —
8. Portsmouth	— Weldon	— Eisenbahn	16,66	3,2	7	1 208 888	72 537
		Zusammen	112,22 Meilen.				

Die 2te und 6te Strecke dieser Bahn sind noch nicht vollendet. Die obige erste Linie von Stonington nach Weldon besteht aus 82 Meilen Eisenbahn und 40½ Meile Dampfschiffahrt; die zweite aus 83½ Meile Eisenbahn und 29 Meilen Dampfschiffahrt. Die obige Strafse, von Boston bis Grensborò, wird jetzt an beiden Enden verlängert. Von Boston bis Portland, 21⅓ Meilen lang, wird sie in 2 Jahren fertig; von Grensborò bis Montgomery, 45 Meilen lang, in 3 Jahren. Von Montgomery gelangt man über Mobile auf Dampfbooten bis New-Orleans. Nach 3 Jahren

wird man also von Portland nach New-Orleans in 8 Tagen gelangen; wozu man sonst 40 Tage brauchte. Die Dampfschiffahrt längs der Seeküste wurde wegen der Gefahren an den Landspitzen längst aufgegeben. Die gerade Linie von Portland bis New-Orleans beträgt 299 Meilen. Die neue Strafse, 444½ Meilen lang, wird aus 255½ Meilen Eisenbahn und 189 Meilen Dampfschiffahrt bestehen: die längste Strecke dieser Art auf der Erde.

Die beiden Eisenbahnen zwischen Boston und Grensborò sind von 19 verschiedenen Gesellschaften erbaut worden. Sie sind im Ganzen 254½ Meilen lang und haben 34 492 194 Thlr. gekostet, also die Meile im Durchschnitt 135 550 Thlr.; doch weichen die Kosten auf den verschiedenen Strecken sehr von diesem Durchschnitte ab.

Die ganze Länge der jetzt in den vereinigten Staaten fertigen Eisenbahnen beträgt, so weit der Herr Verfasser bis dahin hat Nachrichten darüber sammeln können, etwa 640 Meilen. Im Durchschnitt zu 133000 Thlr. gerechnet, würden die Kosten derselben etwa 85 Millionen Thlr. betragen haben. Die Erbauer waren etwa 100 verschiedene Actiengesellschaften und mehrere Staatsregierungen. Die Anzahl der Dampfwagen auf den sämmtlichen Eisenbahnen ist 425: also kommt etwa auf jede 1½ Meile Bahn ein Dampfwagen.

Im Jahr 1839 werden wieder 235 Meilen neue Eisenbahnen fertig werden. Die gesammten, alsdann vorhandenen 876 Meilen Eisenbahn werden nach den obigen Durchschnittspreisen an 117 Millionen Thlr. Baukosten erfordert haben. Rechnet man noch für die Bahnen, welche Ende 1839 noch nicht eröffnet werden können, 11 Millionen Thlr., so beträgt das ganze Bau-Capital 128 Millionen Thlr. Erst im Jahr 1830 wurden die meisten Eisenbahnen angefangen: also sind diese 128 Millionen Thlr., ungeachtet der Handelskrisen von 1837 und 1838, innerhalb nur etwa 10 Jahren zu Eisenbahnen verwendet worden, in einem Lande, welches 1830 nur 12 860 680 Einwohner hatte und jetzt deren etwa 16 Millionen haben mag. Auf der ganzen übrigen Erde giebt es bis jetzt nur etwa noch 342 Meilen Eisenbahnen. Also haben die Amerikaner zuerst es eingesehen und beherzigt, dafs Eisenbahnen nichts anders als *sehr gute Strafsen* sind, und dafs durch sie kräftig Zeit und Raum bezwungen werden können; was in einem weit ausgedehnten Lande so wichtig ist.

Vierter Bericht. Aus Augusta in Georgien, vom 15. April 1839.

Transportkosten, Frequenz, Einnahme und Ausgabe auf den Eisenbahnen. Ursache der geringen Kosten. Eisenbahnen mit schwachen Schienen.

Die Reise auf der 257 Meilen langen Strafse von Boston nach Grensborò wird, wenn die Eisenbahn ganz fertig sein wird, 10 Silbergroschen für die Person auf die Meile kosten; jetzt kostet sie etwa 11 Silbergroschen. Auf der Chaussée zahlt man in den Postwagen etwa $12\frac{1}{2}$ Silbergroschen auf die Meile und legt nur etwa 1700 Ruthen in der Stunde zurück. Also erspart man auf den Eisenbahnen ein Fünftheil der Kosten und zwei Drittheile der Zeit.

Die Güter, welche auf den amerikanischen Eisenbahnen transportirt werden, sind Manufactur- und Colonialwaaren, Baumwolle, Tabak, Reis, Mehl, Getraide, Steinkohlen, Brennholz, Heu, und andere Landesproducte. Für die werthvolleren Gegenstände bezahlt der Centner $10\frac{1}{2}$ Silberpfennige auf die Meile; für die weniger werthvollen Gegenstände viel weniger.

Die amerikanischen Eisenbahnen werden meistens nur von Geschäftsleuten befahren; und da es hier der unbeschäftigten Leute wenige giebt und also nur Wenige Erholungs- und Badereisen machen, so ist der Unterschied der Zahl der Reisenden im Sommer und im Winter geringer, als in Europa. Da ferner das Land im Durchschnitt noch viel weniger bevölkert ist, als Europa, so ist die Zahl der Reisenden überhaupt hier viel geringer. Man kann im Durchschnitt jährlich nur 35 000 rechnen.

Die Güter und Landesproducte werden nicht blofs längs der Meeresküste und auf den grofsen Binnen-Seen, sondern gröfstentheils auf den vielen schiffbaren Flüssen transportirt; womit denn meistens die oben gedachten 800 Dampfboote beschäftigt sind, nachdem die Fahrt an der Meeresküste entlang gröfstentheils aufgegeben ist. Die Flüsse wurden vor 3 Jahren durch 705 Meilen Canäle verbunden, welche seitdem noch verkürzt worden sind, und auf welchen ein grofser Verkehr Statt findet. So bleibt wenig für die Eisenbahnen übrig, und man kann im Durchschnitt nur etwa 264 000 Ctr. Güter-Transport jährlich rechnen. Der Verkehr nimmt aber stets zu; auf manchen Eisenbahnen jährlich um 25 Procent. Im *Durchschnitt* kann man jährlich wohl 10 Procent Zunahme rechnen.

Die Brutto-Einnahme auf den amerikanischen Eisenbahnen kann man also im Durchschnitt wie folgt berechnen:

Von 35 000 Reisenden, zu 10 Sgr. auf die Meile,	11 666 Thlr.
Von 264 000 Ctr. Güter, zu 10,21 Spf. - - -	7 408 -
Für den Transport der Mail und an andern Einnahmen	1 331 -
Zusammen	20 405 Thlr.

Dieses mit dem obigen Durchschnitt der Baukosten von 135 550 Thlr. auf die Meile verglichen, giebt etwa 15 Procent des Anlage-Capitals an Brutto-Einnahme. Die Betriebskosten sind verhältnifsmäfsig gering. Vertheilt man diese *sämmtlichen* Kosten auf die Personen und Güter, so kommen durchschnittlich, nach den Rechnungen, die der Herr Verfasser gesehen hat,

Auf 35 000 Reisende, zu 5 Sgr. auf die Meile, . . .	5 833 Thlr.
Auf 264 000 Ctr. Güter, zu 8,85 Spf. - - - . . .	6 420 -
Auf die Beförderung der Mail etc.	666 -
Zusammen	12 919 Thlr.

Also beträgt der Netto-Ertrag 7486 Thlr. jährlich für die Meile; folglich durchschnittlich etwa 5½ Procent des Anlage-Capitals. Einige Eisenbahnen geben jedoch an 10 Procent, andere gar keinen Ertrag. Die weitern Untersuchungen des Hrn. Verfassers werden aber, so äufsert sich derselbe, für diese Zahlen wahrscheinlich noch Aenderungen ergeben.

Der Zinsfufs von 5½ Procent wäre für Amerika viel zu gering, weil dort mit Geld viel mehr zu gewinnen ist. Allein die Grund-Eigenthümer und Kaufleute, welche die Unternehmer sind, bringen immer auch noch den Nutzen der Erleichterung des Verkehrs und die nothwendige Rückwirkung davon auf die Vermehrung der Frequenz in Anschlag. Auch wurde ein grofser Theil der Eisenbahnen im Süden von den Regierungen gebaut und ein grofser Theil des Geldes in England zu 5 Procent geliehen. So wurde die Ausführung der vielen Eisenbahnen möglich, und so werden dieselben auch noch immerfort zunehmen.

In dem obigen Durchschnitt der Kosten einer Meile Eisenbahn in Amerika von 135 550 Thlr. sind alle Kosten des Grund- und Bodens, der Gebäude, Dampfwagen und Bahnwagen und der Regie mitbegriffen. Gleichwohl sind die Arbeitslöhne hier viel höher, als in Europa. Ein gewöhnlicher Arbeiter erhält 1 Thlr. 12⅔ Sgr. (1 Dollar) Tagelohn, ein Zimmermann 2 Thlr. 25⅓ Sgr., ein Maurer 3 Thlr. 17 Sgr. Das Bauholz ist im Durchschnitt theurer, als auf dem Continent. Die Bahnschienen werden aus

England zollfrei eingeführt; für Dampfwagen, Räder und Achsen aber werden 20 Procent des Werthes Zoll bezahlt. Die Baupreise sind also vielleicht doppelt so hoch anzunehmen, als in Deutschland und Rufsland. Unter diesen Verhältnissen findet der Hr. Verfasser die Ursach der dennoch geringen *Baukosten* in folgenden Umständen.

Erstlich. Die Projecte werden gewöhnlich von mehreren Ingenieuren beurtheilt, und die Bahnlinie wird sehr sorgfältig gewählt. In der Regel verwendet man auf das Project 2 bis 3 Jahre, also eben so viel Zeit, als der Bau dauert. In Europa ist man zu eilig, scheut zu sehr die Kosten der Vorarbeiten, will zu schnell den Bau anfangen, läfst aber dann an Eifer wieder nach. So werden in Europa grofse Fehler in der Tracirung gemacht, und man sieht am Ende ein, dafs man vielleicht Hunderttausende erspart hätte, wenn man sich die Vorarbeiten einige tausend Thaler mehr hätte kosten lassen.

Zweitens. Bei jedem Eisenbahnbau wird in Amerika ein Constructions-Ingenieur, mit 4 267 bis 7 111 Thlr. jährlichen Gehalt, und aufserdem ein berathender Ingenieur angestellt, der alle 3 oder 4 Monate etwa 8 Tage lang den Bau revidirt und für diese 24 bis 30 Tage Zeit ebenfalls so viel erhält. Der letztere Ingenieur, welcher mehrere Unternehmungen zugleich leitet, wird für seine Erfahrung sehr reichlich bezahlt; aber der Bau gewinnt dadurch dennoch. In Deutschland geschieht dies in der Regel nicht, sondern man nimmt vielleicht den Wohlfeilsten; auch wohl Jemand nur deshalb, weil er ein Landes-Eingeborner ist, und bezahlt ihn dann verhältnifsmäfsig doch noch zu hoch. In Amerika wird mehr das persönliche Verdienst und die Erfahrung berücksichtigt.

Drittens. Bei den amerikanischen Eisenbahnen läfst man Steigungen von 1 auf 176 und Krümmungen von nur 167 Ruthen Halbmesser zu, und die Bahnlinien sind mehr wellenförmig, wodurch viel Erd-Arbeiten und hohe Brücken erspart werden. Man macht nirgend mehr Rampen, und nur selten Tunnels. Ist ein Gebirgsrücken zu passiren, so läfst man wohl Steigungen von 1 auf 59 zu. Auf der Bahn zwischen Baltimore und York giebt es eine Steigung von 1 auf 63, auf 854 Ruthen lang, und die Dampfwagen ziehen gleichwohl 4 achträdrige Güterwagen, jeden mit 138 Ctr. beladen, fort. Auf der Greensville- und Roanoke-Bahn ist eine Steigung von 1 auf 56, auf 736 Ruthen lang, auf welcher ebenfalls Dampfwagen fahren. In schwierigem Terrain werden sogar Krümmungen von

50 Ruthen Halbmesser zugelassen, welche gleichwohl die Bahnwagen und die amerikanischen Dampfwagen, von eigener Construction, ohne Hindernifs befahren.

Viertens. Um an Arbeitslohn zu ersparen, werden viel mechanische Hülfsmittel benutzt. Zwischen Utica und Syracus sahe der Herr Verfasser eine transportable Dampfmaschinen-Ramme im Gebrauch, zum Einschlagen der Pfähle langer Brücken durch Sümpfe. Die Maschine zog die Pfähle auf, schlug zwei zugleich ein und sägte sie auf die bestimmte Höhe ab. Sie hatte 7 Menschen zur Bedienung und rammte täglich 55 Pfähle ein. Zwischen Worcester und Springfield bediente man sich einer Erdgrabe-Maschine, welche durch Dampfkraft die Erde grub, auf Bahnkarren ladete und sich zugleich vorwärts bewegte. Sie förderte täglich über 100 Schachtruthen. Und so giebt es noch mehrere zweckmäfsige Vorrichtungen.

Fünftens. Ueber die vielen Flüsse und Gewässer werden die Brücken eigenthümlich und sehr wohlfeil gebaut. Zwischen Richmond und Petersburg in Virginien wurde eine 2776 Fufs lange Brücke über den James-Flufs gebaut, mit gemauerten Landpfeilern und 18 gemauerten Mittelpfeilern, von Mitte zu Mitte bis zu 155 Fufs von einander entfernt, die Brückendecke von Holz, aus 3zölligen, 12 Zoll breiten Bohlen zusammengesetzt, die Brückenbahn 58 Fufs hoch über dem Wasser. Diese ganze Brücke kostete nur 165 000 Thlr., wurde im December 1836 angefangen und am 5ten September 1838 eröffnet. So grofse Brücken giebt es in Amerika viele, deren Kosten im Verhältnifs zu den Arbeits- und Materialpreisen nur gering sind. Viele sind von Holz und haben trockne Widerlagsmauern.

Sechstens. Die Eisenbahnschienen werden dem Betriebe angemessen eingerichtet: von 3 bis 19 Pfund der Fufs schwer. Unternehmer, welchen Geldmittel fehlten, legten anfangs schwache Schienen und wechselten sie später gegen stärkere aus. Auf den schwächern Schienen läfst man leichtere Maschinen fahren.

Siebentens. Die Gebäude sind streng nur nach den Bedürfnissen abgemessen und mit möglichster Sparsamkeit gebaut. Die Zahl der Dampf- und Bahnwagen ist verhältnifsmäfsig geringer, als in Europa. Die Dampfwagen, wie Alles hier, sind *stets* beschäftigt, und es giebt nirgends Reserve-Maschinen.

Aus allem Diesen schliefst der Hr. Verfasser, dafs die Ursach der Wohlfeilheit der amerikanischen Eisenbahnen in dem dortigen *practischen Sinne* bei der Ausführung zu suchen sei, und dafs sich in Deutschland, wo das Terrain zwar schwieriger, aber dagegen auch der Arbeitslohn geringer sei, mit gleichem practischen Sinne eben so wohlfeil bauen lassen würde. In Rufsland würden sich längere Bahnen, die keinen sehr grofsen Verkehr haben, für 100 bis 130 Tausend Thaler die Meile bauen lassen.

Gegen Einiges von dem, was oben als Ursachen der Wohlfeilheit der Eisenbahnen in Amerika angegeben wird, dürften indessen wohl einige Zweifel Statt finden. Die Mitwirkung mehrerer Ingenieure z. B. an einem und demselben Werke, kann und wird demselben schwerlich nützlich sein. Auch scheint die eigene Erfahrung hier auf der Stelle schon den Beweis davon zu liefern; denn, dafs man, wie der Herr Verfasser berichtet, den Eisenbahnen unbedenklich starke Gefälle und kurze Krümmen giebt und sie wellenförmig macht, ist unzweifelhaft *nicht* gut, weil daraus *für alle Zeiten* eine Kraft-Verschwendung entsteht, gleichviel, ob die Maschinen die Wagen fortzuziehen vermögen, oder nicht. Die Concurrenz mehrerer Ingenieure bringt also auch hier wirklich nicht eben das Beste hervor. Ferner, ob künstliche Maschinen zum Erdegraben und zu andern Verrichtungen, die sich wenig für Maschinen eigenen, wirklich eine Kosten-Ersparung zur Folge habe, möchte wohl noch zweifelhaft sein u. s. w. Die Ursachen der geringen Anlage-Kosten der amerikanischen Eisenbahnen (*wenn überhaupt 135 000 Thlr. weniger sind*, als wofür eine Eisenbahn in günstigem Terrain und für eine geringe Frequenz auch in Europa sich bauen läfst) liegen wohl darin, dafs man die Bahnen möglichst leicht und wellenförmig, also mit wenig Damm-Arbeiten baut; die Brücken von Holz macht u. s. w. *So* läfst sich freilich wohlfeil bauen; aber das Werk wird auch um so weniger gut und dauerhaft. Dann aber erspart man an den Kosten nur *scheinbar*, nemlich nur für den Augenblick. Für die Folge *gewinnt* man nicht, sondern *verliert;* wie das gewöhnlich bei leichten und auf Kosten der Zweckmäfsigkeit wohlfeil hergestellten Werken der Fall ist. Es kann allerdings noch andere Ursachen geben, aus welchen man sehr wohlfeil zu bauen wünscht, nemlich, entweder weil man nur erst überhaupt eine recht lange Eisenbahn haben will, oder weil es an den Geldmitteln fehlt. Aber auch deshalb eine Eisenbahn wellenförmig zu machen, oder so leicht, dafs darauf nur mit mäfsiger Geschwindigkeit

gefahren werden darf, ist wohl immer noch sehr bedenklich. Denn eine *Verbesserung* späterhin, wird, weil sie schwer und mitunter ohne eine andere, *neue* Bahn zu bauen unmöglich ist, in der Regel wohl lange ausbleiben, also ein bedeutender Theil des Zwecks der Bahn überhaupt auf lange Zeit verloren gehen. Jene beiden Anlässe, auf Kosten der Zweckmäſsigkeit wohlfeil zu bauen, dürften aber in Europa weniger vorkommen. Ob also die Nachahmung eines auf *solche* Weise wohlfeilen Baues hier zu empfehlen sei, dürfte wohl zweifelhaft sein.

Daſs auch die *Betriebskosten* auf den amerikanischen Eisenbahnen verhältniſsmäſsig geringer sind, als in Europa, liegt nach dem Urtheil des Hrn. Verfassers in folgenden Umständen.

Erstlich. Die Verwaltung ist einfacher. Die Direction (board) der Gesellschaft hat unumschränkte Vollmacht, bestimmt die Dividende nach ihrem Ermessen und berathet die Actionnaire nur, wenn die Concessions-Acte (charter) abgeändert werden soll und deshalb an die Regierung zu recurriren ist. Die Actionnaire interveniren also nie; weder in, noch auſser der General-Versammlung. Aber sie wählen die Direction jährlich neu. Die Directionen erstatten jährlich einen gedruckten Bericht, über welchen sich die öffentliche Meinung rücksichtlos ausspricht. Die Direction überträgt die eigentliche Leitung des Geschäfts beinahe immer *einem einzelnen Manne,* mit fast unbeschränkter Vollmacht, der 2844 bis 7111 Thlr. Gehalt erhält und das belebende Princip der Bahn ist. Auſserdem ist ein Cassirer mit 1422 bis 3133 Thlr. Gehalt angestellt, und zuweilen noch ein Schreiber (clerk), mit einigen hundert Thalern Gehalt. Diese wenigen Personen verrichten, mit ihrer Intelligenz, Rechtschaffenheit und Thätigkeit alle die Arbeiten, welche in Europa häufig das dreifache Personal beschäftigen. Eben so ist es bei dem übrigen Personal. Jeder wird gut bezahlt, verrichtet aber auch viel. Man findet auf der Reise fast Niemand auf der Bahn und wenige Personen auf den Stationen; gleichwohl aber viel Ordnung.

Zweitens. Meistens werden Personen nur $3\frac{1}{5}$ Meilen, Güter nur $1\frac{3}{4}$ bis $2\frac{1}{2}$ Meile weit in der Stunde fortgeschafft. Die Bahnen, welche Personen $5\frac{1}{3}$ Meilen weit in der Stunde fortschaffen, sind Ausnahmen. Dagegen gehen alle Bahnen bis in das Innere der Städte; und so wird durch die Ersparung der Omnibus der Zeitverlust gröſstentheils wieder eingebracht. Die geringere Geschwindigkeit der Bewegung macht aber, *daſs die Bahn und die Dampf- und Bahnwagen viel weniger zu erhalten*

kosten. Bei einer Geschwindigkeit von $5\frac{1}{2}$ bis $6\frac{1}{2}$ Meilen in der Stunde zerstört nemlich jede kleine Unvollkommenheit der Bahn, vorzüglich bei der üblichen geringen Spurbreite von 4 Fufs $6\frac{3}{4}$ Zoll, die Wagen sehr; und diese zerstören umgekehrt die Bahn. Dieses hat man in Amerika bald bemerkt, und bleibt daher bei der geringeren Geschwindigkeit. So sind denn die Erhaltungskosten viel geringer und betragen durchschnittlich nur etwa 3328 Thlr. auf die Meile, also die Kosten *eines* Arbeiters, nebst etwa 1331 Thlr. für Materialien; was in Deutschland, den Jahreslohn eines Arbeiters zu 100 Thlr. angenommen, und mit Rücksicht auf die geringeren Preise der Materialien, etwa nur 1500 Thlr. auf die Meile an Erhaltungskosten einer Bahn mit einfachem Geleise geben würde.

Drittens. Die Construction der Dampfwagen und Tender ist weit zweckmäfsiger, als in England. Die Dampfwagen ruhen hinten auf zwei Triebrädern und vorne auf einem vierrädrigen, um einen Zapfen beweglichen Untergestelle (truck), welches sich stets in der Richtung des Krümmungshalbmessers der Bahn stellt. Ein Dampfwagen ist also hier als vierrädrig mit einer *beweglichen* Achse anzusehen, während er gleichwohl 6 Räder und die Vortheile eines 6rädrigen Wagens hat. Statt der so kostbaren und zerbrechlichen Kurbelwelle (crank-axle) haben die Dampfwagen gewöhnlich eine Aufsenverbindung (outside connexion). Auch sind sie verschieden eingerichtet, für Personen und für Güter, und für stärkere und schwächere Steigungen, und ihr Gewicht ist der Stärke der Schienen gemäfs. Ein Dampfwagen mit Tender kostet 9244 bis 12 089 Thlr., je nach seiner Stärke und seinem Gewichte. Die Tender werden gegenwärtig 8rädrig gemacht und führen Holz und Wasser zu $8\frac{1}{2}$ bis 13 Meilen Weges. Ihre Räder belasten die Bahn weniger, als die der vierrädrigen Tender. Vorzüglich aber bleiben die 8rädrigen Tender vermöge ihrer Wendungen (trucks) immer auf der Bahn; auch wenn der Dampfwagen aus dem Geleise kommen sollte. Dampfwagen und Tender wirken also hier weniger zerstörend auf die Bahn, als in England, und haben einen sanfteren und sicherern Gang.

Viertens. Aehnlich verhält es sich mit den Personen- und Güterwagen. Jetzt (1839) sind alle vierrädrigen Wagen abgeschafft; alle haben jetzt 8 Räder und ruhen auf zwei *trucks.* Ihre Bewegung ist sehr sanft; auch wenn die Bahn im Frühling beim Aufthauen der Erde viele Unebenheiten hat. Noch nie ist ein 8rädriger Wagen aus dem Geleise ge-

kommen; was bei den vierrädrigen, vorzüglich in scharfen Krümmen, oft geschieht. Auch wenn Wagenzüge zusammenstiefsen, wurden zwar die 8rädrigen Wagen beschädigt, aber nicht, wie vierrädrige, zertrümmert und Personen beschädigt oder getödtet. So kann man mit 8rädrigen Wagen auf schwachen, 2 bis $2\frac{1}{2}$ Zoll breiten und $\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{8}$ Zoll dicken Schienen, (plate rails) mit 3 Meilen und mehr Geschwindigkeit in der Stunde fahren lassen, ohne dafs die Bewegung unangenehmer wäre, als auf massiven Schienen. Bahn und Wagen werden mehr geschont, und ihre Erhaltung, deren Kosten in Europa so bedeutend sind, ist wohlfeiler. Die 8rädrigen Wagen würden also auch in Europa sehr nützlich sein. Ein 8rädriger Wagen mit 50 Sitzen kostet 2560 bis 3413 Thlr., je nach der Eleganz und innern Einrichtung. Ein 8rädriger Güterwagen kostet 1066 Thlr. Die amerikanischen Seefrachtpreise sind sehr geringe. Ein ganzer Wagenzug, bestehend aus einem Schneeräumungs-Apparate, einem Dampfwagen, mit den nöthigen Duplicaten, vier 8rädrige Personenwagen, jeder zu 50 Sitzen, und einem 8rädrigen Güter- und Bagagewagen, würde also 22 755 bis 28 444 Thlr. und im Durchschnitt etwa 25 800 Thlr. kosten, wozu nur noch die Commissionsgebühren und die Frachtkosten kommen. Jede Bahn in Europa sollte wenigstens *einen* solchen Train anschaffen. Denjenigen Bahnen, die noch im Bau begriffen sind, räth der Herr Verfasser, unbedingt ihre Dampfwagen und Tender von hier kommen, oder, wenn sie dort wohlfeiler hergestellt werden können, nach hiesigen Mustern bauen zu lassen.

Fünftens. Man heizt in Amerika die Dampfwagen fast überall mit Holz, und nur sehr selten mit Steinkohlen. In Europa wollte das Heizen mit Holz nicht gelingen, weil die ausströmenden Funken die Güter und die Kleider der Reisenden anzündeten. Nachdem man hier an 20 verschiedene Funkenfänger (spark catchers) versucht hatte, haben einige derselben den Zweck so weit erfüllt, dafs das Heizen mit Holz nur noch einiger Vorsicht bedarf. Das Holz aber kostet hier, wie in Deutschland, nur den zweiten oder dritten Theil dessen, was Steinkohlen und Cokes kosten.

Sechstens werden die Betriebskosten hier dadurch vermindert, dafs die Eisenbahnen durchaus dem Bedürfnisse practisch angemessen erbaut sind. Wie oben bemerkt, gehen die Bahnen selbst durch die lebhaftesten Strafsen der grofsen Städte; wie New-York, Philadelphia und Baltimore. An der Grenze der Städte werden die Dampfwagen ab- und Pferde an-

gespannt, vier vor einen 8rädrigen Wagen. Längs der Bahnlinie in den Städten liegen die großen Waarenhäuser, und es führen Nebenbahnen, zuweilen 20 bis 30 in einer Straße, in dieselben. Diese Nebenbahnen haben 50 bis 60 Fuß Krümmungshalbmesser, und durch eine besondere Vorrichtung wird verhindert, daß die Wagen nicht die Geleise verlassen. So erhält der Kaufmann seine Waaren bis ins Haus geliefert, und Reisende gelangen bis in den Mittelpunct der Städte und können von eben da abreisen. Der Aufenthalt und das Umladen der Waaren, nebst den Omnibus, werden dadurch erspart und die Regiekosten vermindert. Die Drehscheiben sind hier nicht, wie in England, von Eisen, sondern von Holz, kosten weniger und es können darauf ein Dampfwagen und ein Tender zugleich, von einem oder zwei Menschen gedreht werden. Mehreres Andere entspricht ganz den Bedürfnissen und vermindert die Betriebskosten.

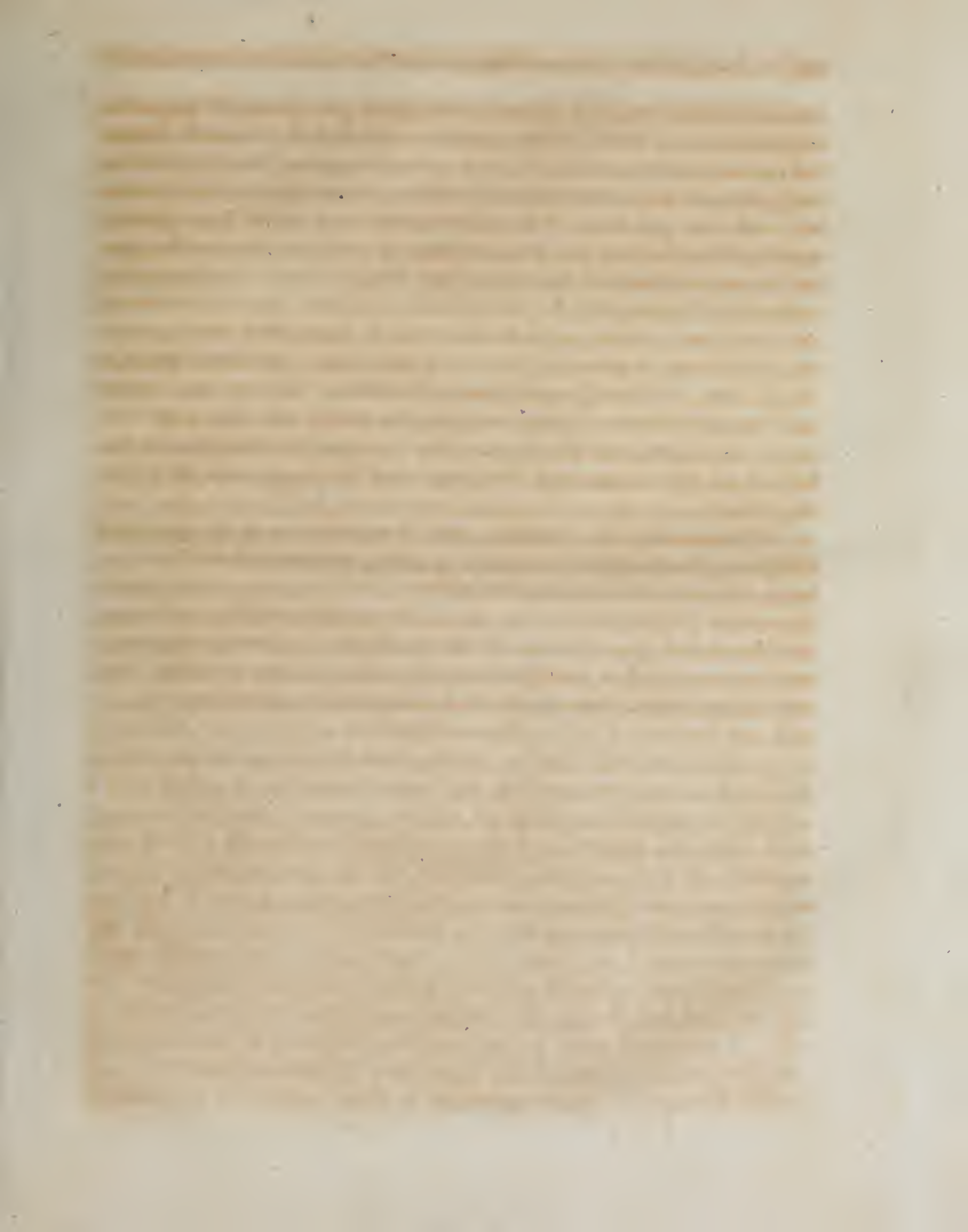
Die schwachen, auf Holz genagelten Schienen, von 2 bis 2½ Zoll breit und ½ bis ⅝ Zoll dick, vermindern ebenfalls die Anlagekosten. In Europa glaubt man, daß solche Bahnen theuer zu erhalten sind und in wenigen Jahren durch Dampfwagen zerstört werden. Durch vierrädrige Wagen und Dampfwagen mit parallelen Achsen geschieht solches allerdings, und auch die Wagen leiden sehr; aber nicht durch 8rädrige Wagen und 6rädrige Dampfwagen. Die Erfahrung hat hier gezeigt, daß der Betrieb einer Eisenbahn mit schwachen, platten Schienen, auf den besondern, hier eingeführten hölzernen Unterbauen, nicht mehr kostet, als der Betrieb einer Eisenbahn mit massiven Schienen von 13 bis 16 Pfund auf den Fuß schwer, wenn man nur 2½ bis 3½ Meilen statt auf den festen Schienen 4½ bis 5½ Meilen in der Stunde fährt. Die größere Geschwindigkeit auf den massiven Schienen vermehrt so sehr die Reparatur-Kosten der Wagen, daß dadurch die größern Erhaltungs- und Erneuerungskosten einer Bahn mit schwachen Schienen wieder eingebracht werden. Der Hr. Verfasser hält sich überzeugt, daß gut construirte und sorgfältig erhaltene Bahnen mit plate-rails auch in Deutschland und Rußland ganz ihren Zweck erfüllen würden. Für eine Eisenbahn, auf welcher der Verkehr sehr groß ist, räth der Verfasser allerdings zu massiven Schienen: nicht sowohl um die Betriebskosten zu vermindern, sondern weil dort die Zeit fehlt, um ein Holzstück nebst Schienen abzunehmen und ein neues einzulegen.

Die schwachen Schienen, auf hölzerne Balken gelegt, dürften wohl aber schwerlich in Deutschland jemals zu empfehlen sein. Sie kosten auf die Dauer,

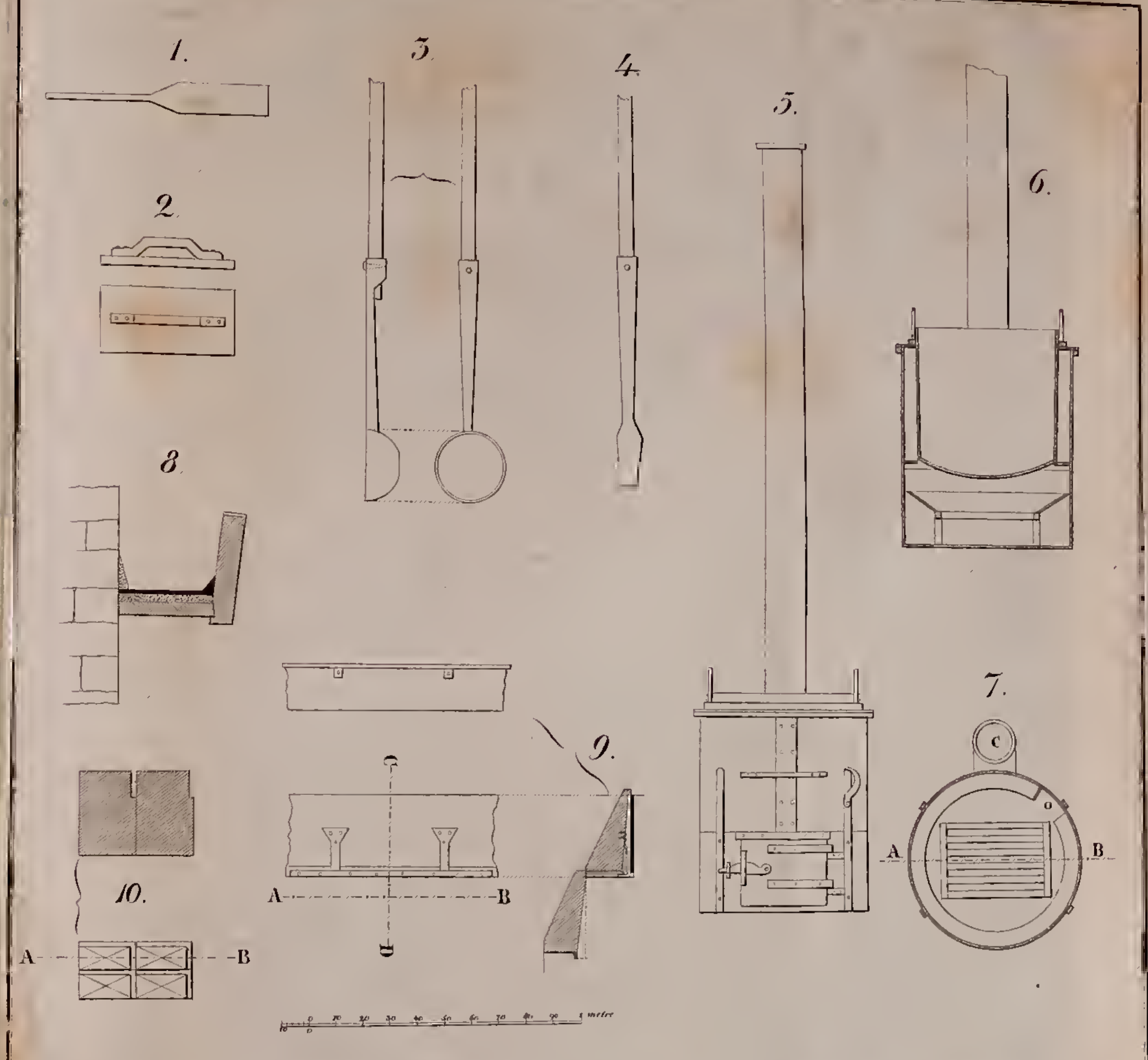
wegen der Theuerung des Holzes, sicher mehr, als die selbst-tragenden eisernen Schienen. Die Erfahrung hat auch gezeigt, dafs sie nicht dauerhaft und zweckmäfsig sind, z. B., wie es der Herausgeber kürzlich erfahren hat, wieder auf der österreichischen Nordbahn. Ferner dürfte es für Deutschland auch nicht gut sein, bei dem Personentransport durch Verminderung der Geschwindigkeit an den Betriebskosten zu ersparen; denn in der grofsen Geschwindigkeit der Bewegung liegt für den Personentransport der *wesentlichste* Hauptnutzen der Eisenbahnen, der ihnen ganz eigenthümlich ist. Man kann sich die grofse Geschwindigkeit dreist höher bezahlen lassen. Die Reisenden gewinnen doch noch immer, auch an ihren Ausgaben, sowohl direct, als durch Zeit-Ersparung, bedeutend. Was von dem amerikanischen Betriebe der Eisenbahnen diesseits gewifs mit Nutzen nachzuahmen sein dürfte, ist die von dem Hrn. Verfasser beschriebene Art der Verwaltung, die Verbesserung der Dampf- und Bahnwagen und das Heizen mit Holz.

Wünschend, noch wirksamer dem Eisenbahnwesen in Europa durch Einführung der amerikanischen Bauart zu nützen, erbietet sich der Herr Verfasser, während seines dortigen Aufenthalts, zur Besorgung von Maschinen, Wagen etc. Briefe nach London an die Herren *Reid, Irving* und Comp., oder direct nach New-York an die Herren *Maitland, Kennedy* und Comp. adressirt, werden ihm richtig zukommen. Dieses findet nun leider! nach dem viel zu frühen Tode des Herrn Verfassers nicht mehr Statt.

(Fortsetzung folgt.)







Herwig, lith.



1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 11. 12. 13. 14. 15. 16.

Horizontale

Wasser auf 3,50 m. tief
Gelbe Erde a. 3,75 m. t.
Schwarzer Schlamm auf 3,85 m. tief
Schlamm mit Sand vermischt a. 3,4 m. t.
Gelblicher Sand auf 6,65 m. tief
Feiner Sand mit vielem Schlamm
auf 9,15 m. t.
Sand u. viel Wasser
auf 9,85 m. tief.

1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 Mètres

zu Fig. 1, 2 u. 5—15.

1 0 1 2 3 4 5 6 Mètres

zu Fig. 3 u. 4.



Durchschnitt nach AB (1)

3.

Gewachsener Boden

Durchschnitt nach CD (1)

Durchschnitt nach EF (4)

6.

Gewachsener Boden.

Durchschnitt nach GH (4)

Durchschnitt nach IJ (4)

7.

Gewachsener Boden.

8.

9.

10.

11.

12.

13.

14.

2.

Gewachsener Boden.

5.

Gewachsener Boden

Grundrifs.

1.

Thurm von Sault.

zu Fig. 1–6.

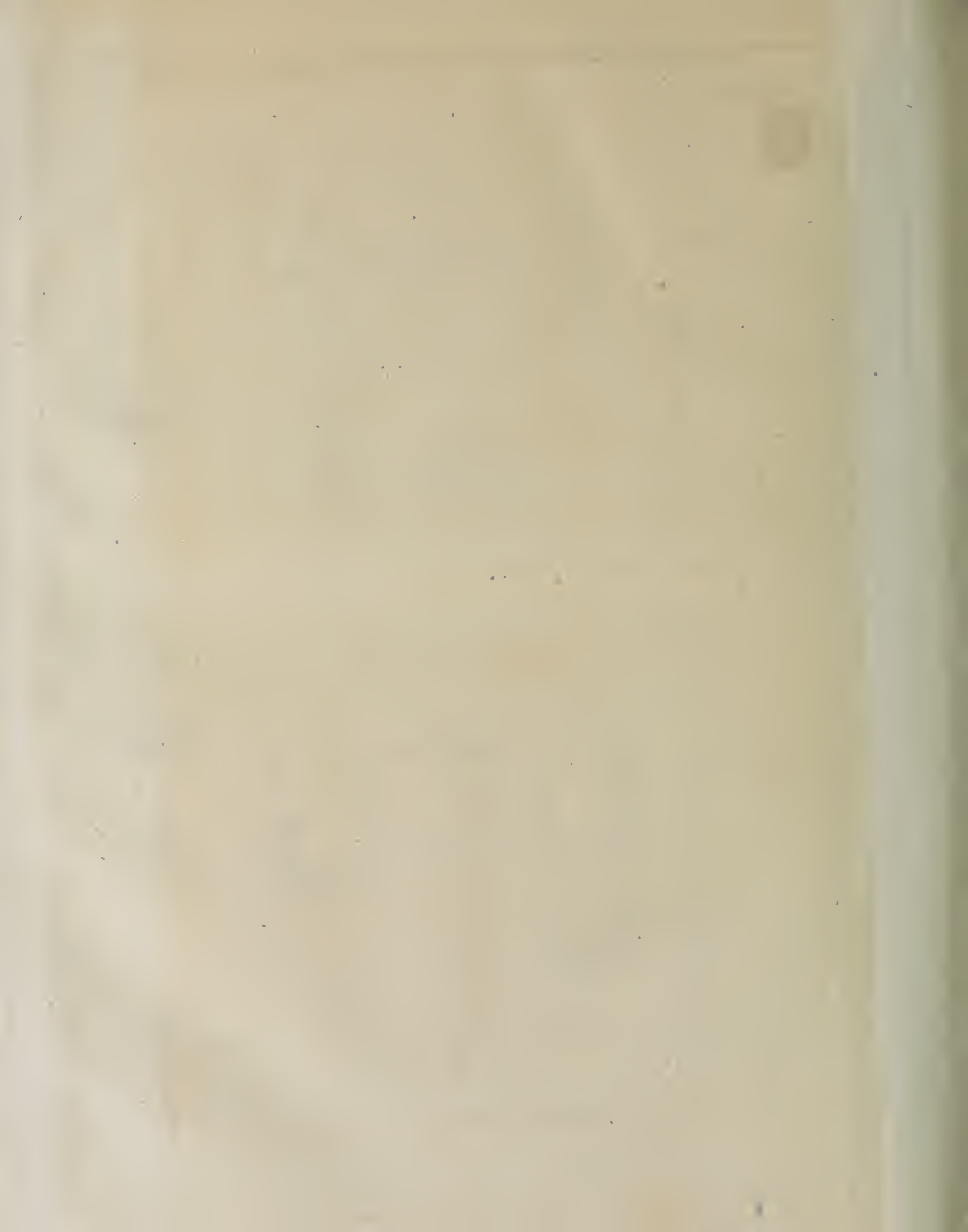
4.

Grundrifs.

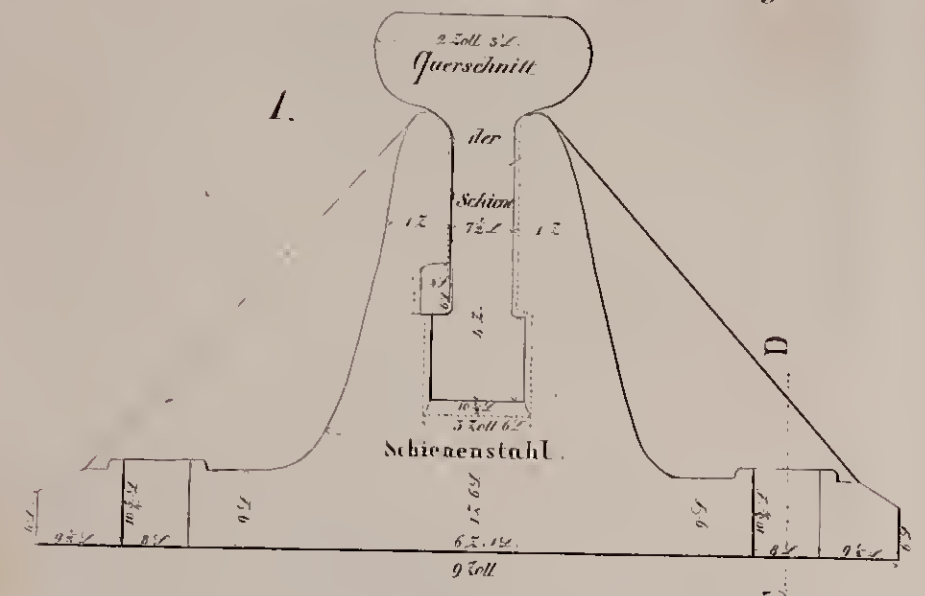
15.

16.

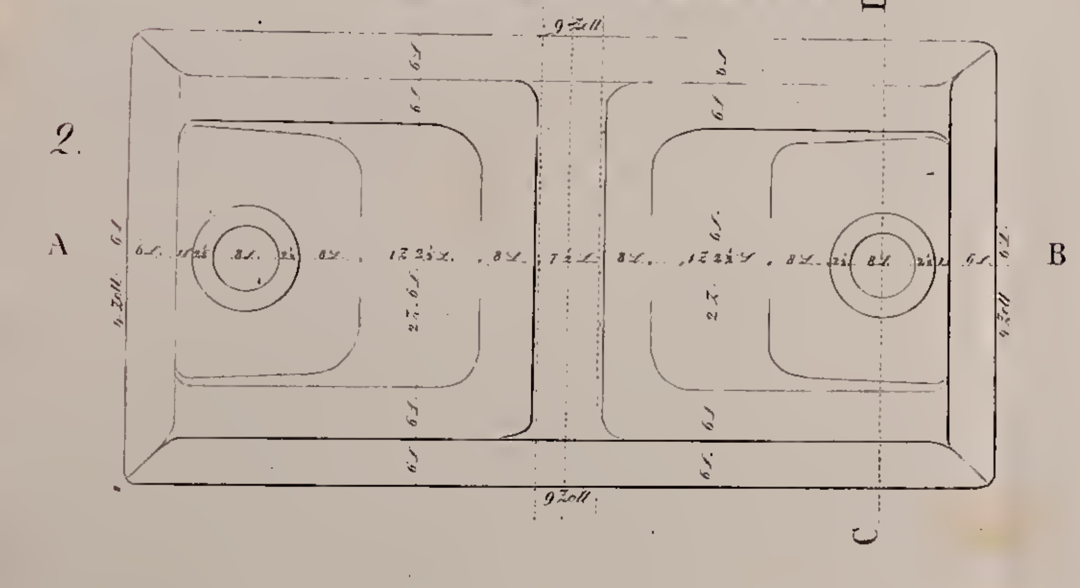
Boden des Festungs-Grabens.



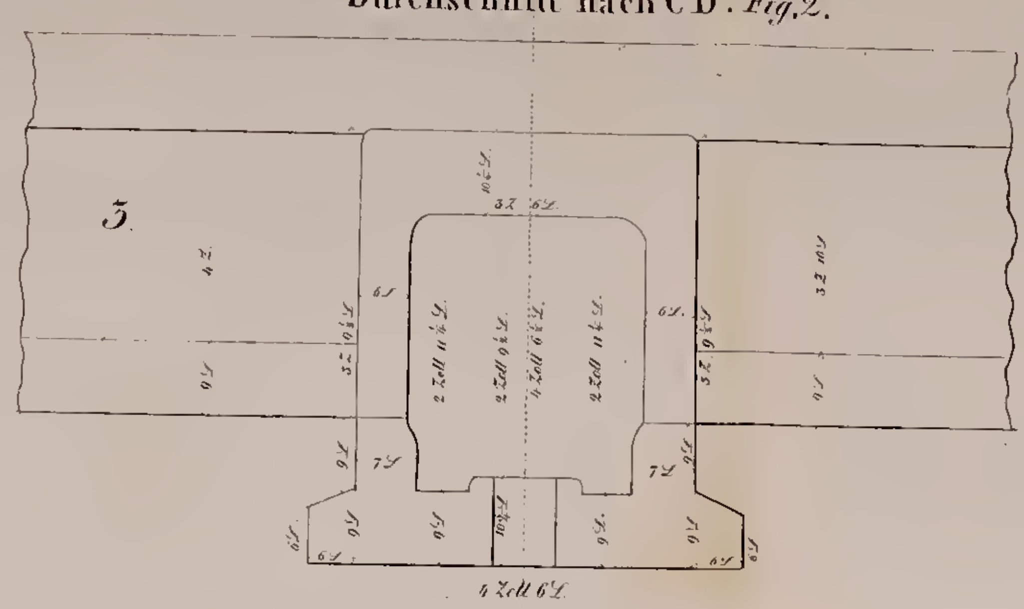
Durchschnitt nach AB. Fig. 2.

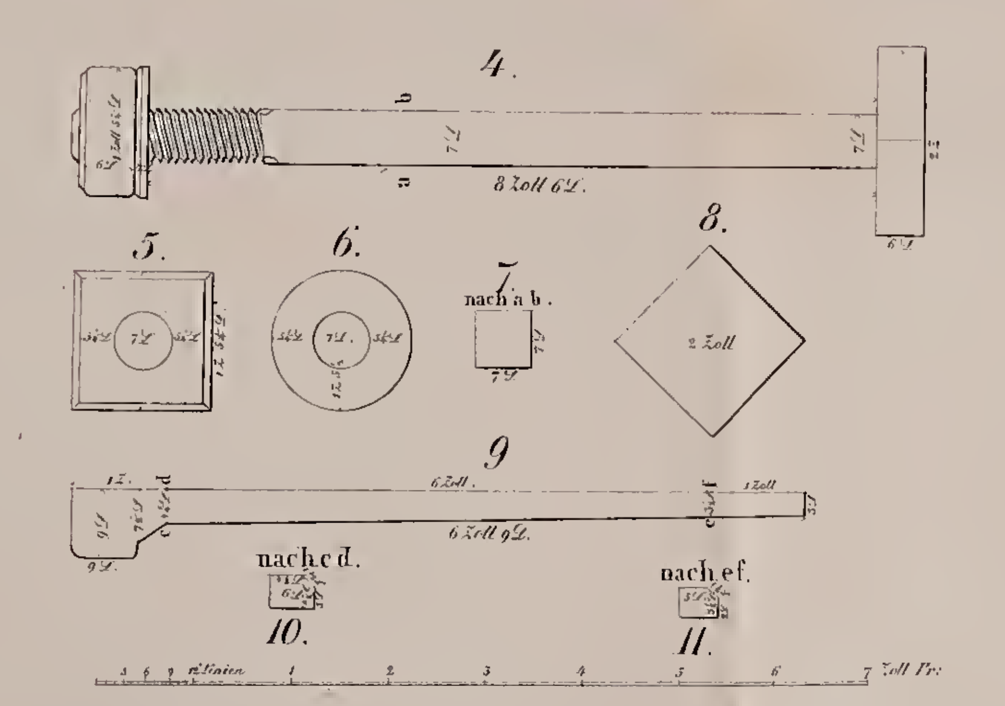


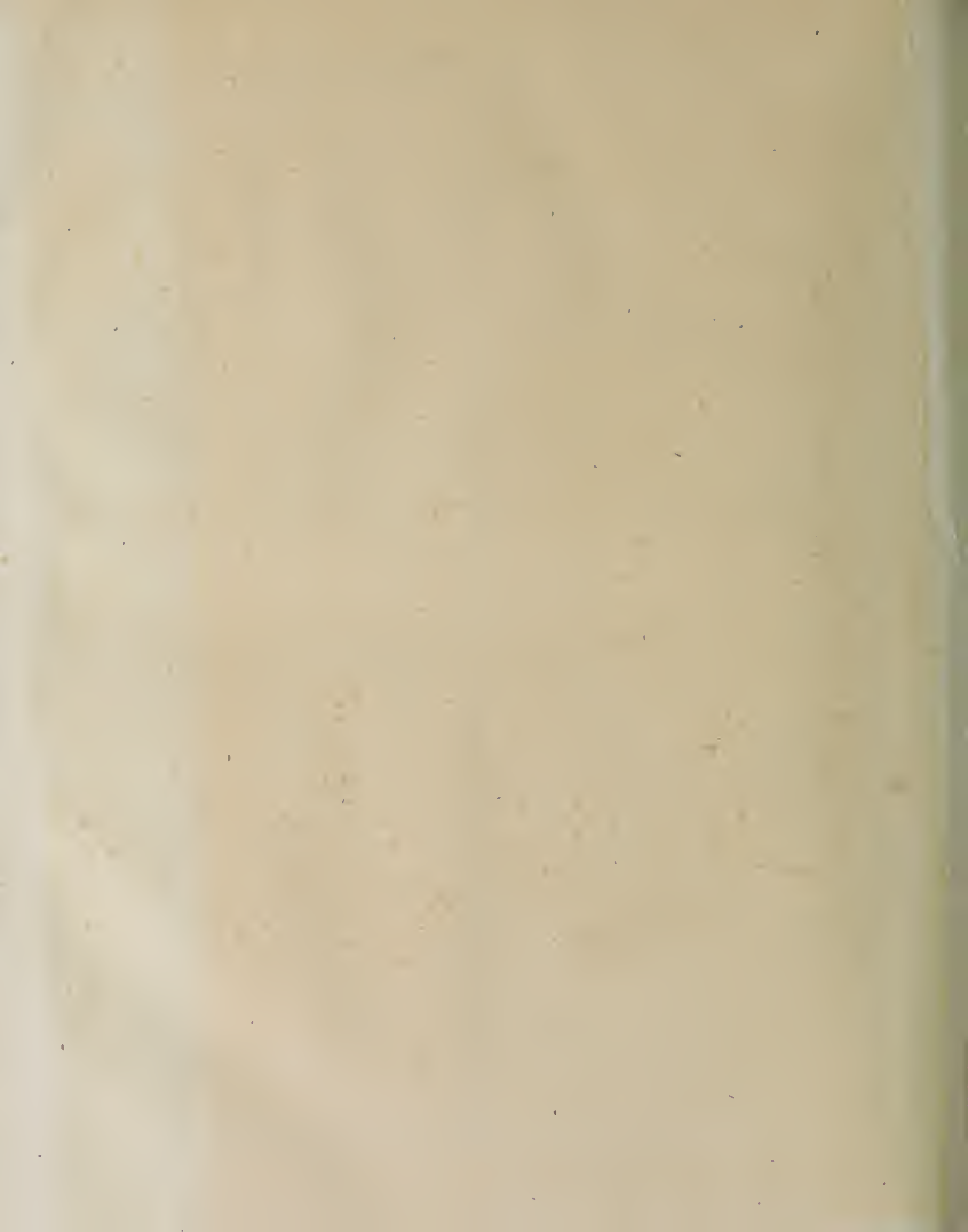
Grundrifs des Schienenstuhls.



Durchschnitt nach CD. Fig. 2.







1.

2.



3.

4.

5.



1.

A. B.

2.

A. C.

3.

E. F.

4.

10 5 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 Fuss Rhl



Privat Grundstück

Potsdamer Straße

Bellevue Straße

Thiergarten Straße

D3

D2

Platz vor dem Potsdamer Thore

Ausfahrt

Einfahrt

Vorplatz

A

B

C

Bahn wagen Schuppen

Dampf wagen Schuppen

HOF

Bahn wagen Schuppen

BAHNHOF

E

Privat Grundstück

Kirchhoff

Potsdamer Thor

Zollgebäude

Wache

Disponibler Raum

Schafgraben

D1

Halle

Plateform

Bedeckte Halle

H

F

Bureaux

Eingang

Vorplatz

Die Hirschel Straße

BERLIN

100 50 0 100 200 300 400 500 600 Fuss

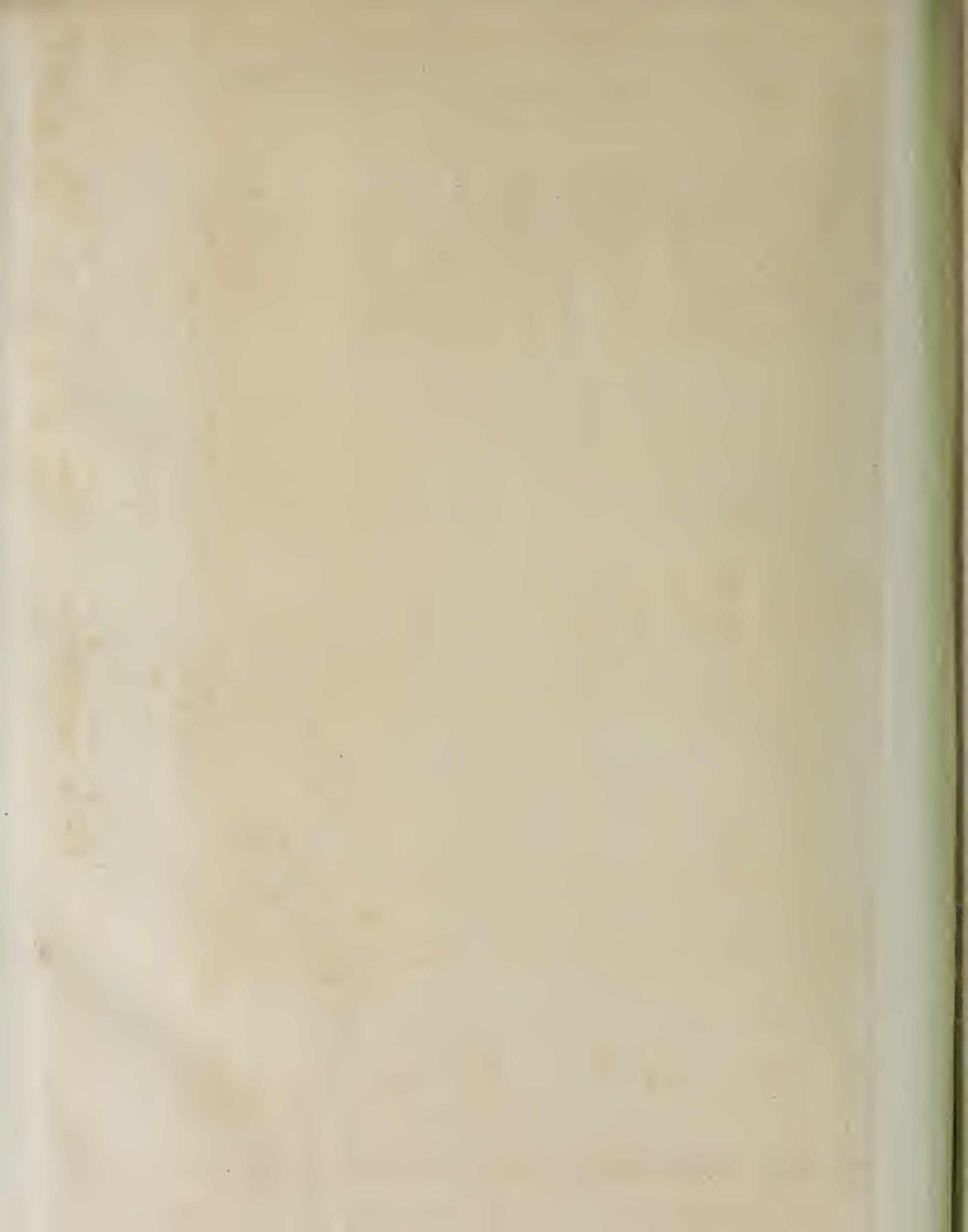


1.

2.

3.

10 5 0 10 20 30 40 50 Fuss rhl.



Erdkarrn die nach vorn ausschütten.

1.
Vorsetzbrett.

2.
Grundrifs.

3.
Seiten-Ansicht.

Vordere Ansicht und Durchschnitt nach A B.

4.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 Fuss Rhl



Erdkarren die nach der Seite ausschütten.

1.
Grundriſs.

B

C

D

A

2.
Längsdurchschnitt.

3.
Querdurchschnitt.

9 6 3 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 Fuss Rhl



Sadtke
Samostrzell
Schmellin
Zelassnow
Wibtowo
Trzeciewnice
Schlesin
Minikowo
Strzelewo
Kruschin
Pawlowke
Oszowoberg
Jachtzix
Fordon
N
Nackel
Rutken M.
Bielawe
Bielawer Schleuse
Bromberger Canal
der lange Trödel
Gorzin
Neu Potolitz
Coll. Josephine oder Wystrup
Paleske
Polichnow
Josephowo
Col. Ostrowiec
Schleuse
Gromadener M.
Col. Georgendorff
Neuendorffer M.
Kowalewke
Gromaden
Netze Fl.
Chabeliner M.
Chabelin
Gr. Wiesniewke
Thur M.
Gr. Samoklens
Kl. Samoklens
Glemboczek
Lochowo
Karolewo
Chwala Bogu
Drewce
Jesuiten See
Morowunce
Spiese Canal
Rynarzewo
Siedlisko
Gonzawa
Aschenbruch
Nettelrode
Rehberg
Schleuse
Eichhorst
Polnisch Kruschin
Deutsch
Zielonka
Prontki
Ostrowo
zu Przylanke
Striske
Bromberg
Miedzin
Gr. Wilczak
Rupienice
Beletz
Bieduszkowo
Kiwitblott
Alt Rehrbruch
Gr. Kapuszisko
Brahe
Czyskowke
Langenau
Otterowo
Steindorff
Weichsel Strom

Profil des Canals und den Schleusen.

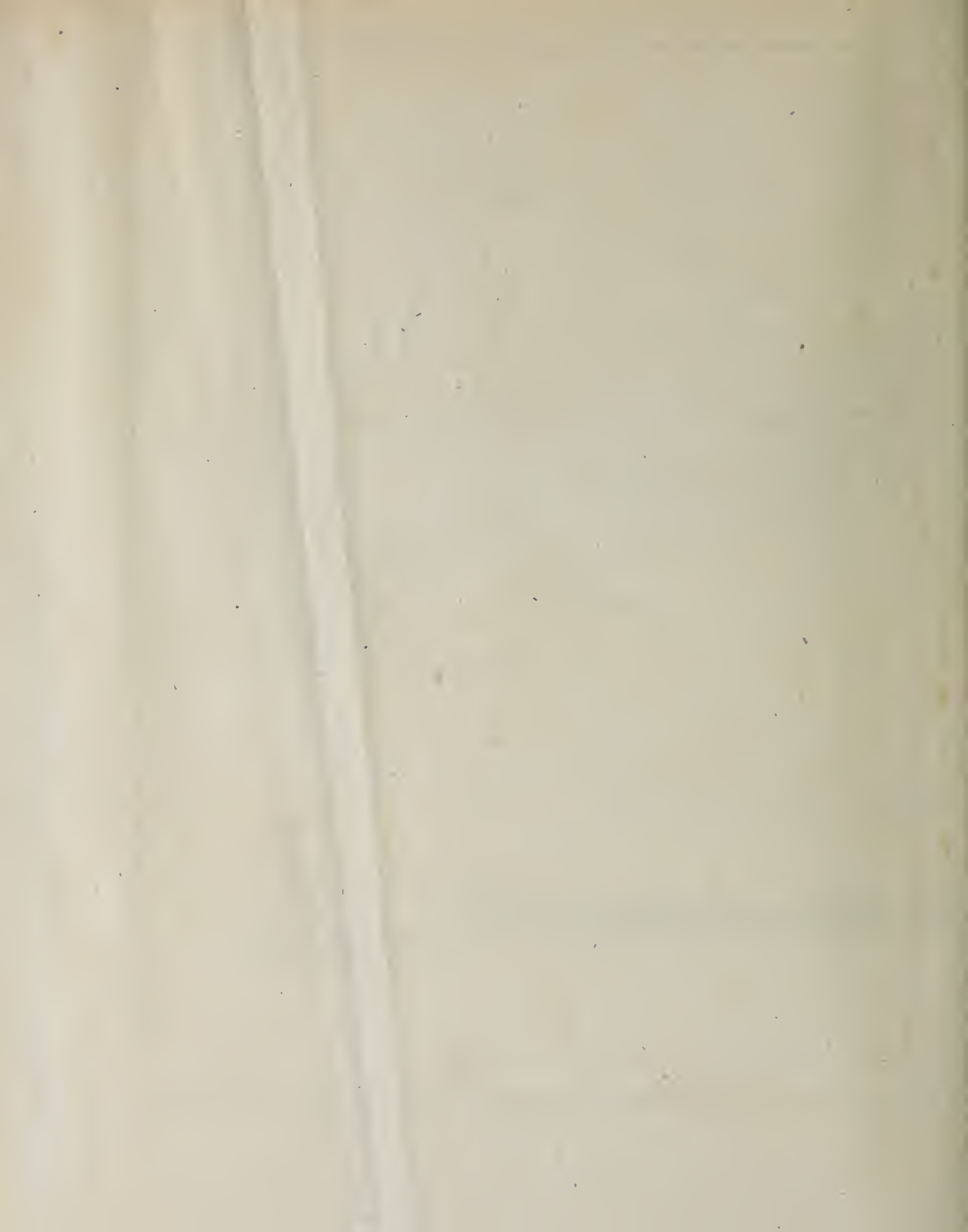
13.'5." Gefälle vom höchsten Punkt des Canals bis auf den Wasser Spiegel der Netze.

4.3' ist die Entfernung von der Netze bis zur Schl.

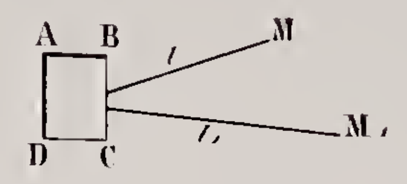
Xte Schleuse
IXte Schleuse
Der lange Trödel.
Brücke.
Stau.
4292. Ruthen.
Stau.
Einfall des Spiese Canals.
VIII
VIIte Schleuse
Stau
VI
IV
III
II
Ite Schleuse

78.'6." Gefälle vom höchsten Punkt des Canals bis auf den Wasserspiegel der Brahe.

Meile
1
2
3 Preuss. Meilen.



1.



2.

